

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Г. І. Благодарна, О. О. Ковальова

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

З ДИСЦИПЛІНИ

"САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ОСНОВИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ"

*(для студентів 3, 4 курсів денної та заочної форм навчання
за напрямками підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси),
6.060101 – Будівництво (професійне спрямування «Водопостачання та
водовідведення»)*



Харків – ХНУМГ ім. О.М. Бекетова – 2015

Благодарна Г. І. Конспект лекцій з дисципліни “Санітарно-гігієнічні основи спеціальності” для студентів 3, 4 курсів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси), 6.060101 – Будівництво (професійне спрямування «Водопостачання та водовідведення») / Г. І. Благодарна, О. О. Ковальова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 119 с.

Автори: Г. І. Благодарна
 О. О. Ковальова

Конспект лекцій побудований у відповідності до вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу

Рецензент: доц., к. т. н. Т. О. Шевченко

Затверджено кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол № 15 від 18 червня 2015 р.

© Г. І. Благодарна, О. О. Ковальова, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
ЗМ 1 ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ. ГІГІЄНІЧНІ ПИТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ВОДИ.....	6
ТЕМА 1 Загальні відомості про гігієну, санітарію як наукові дисципліни..	6
1.1 Методи гігієнічних досліджень.....	7
1.2 Санітарія та санітарний нагляд.....	7
1.3 Основи санітарного законодавства.....	9
1.4 Структура державної санітарно-епідеміологічної служби в Україні.....	9
1.5 Організація та форми проведення державного санітарного нагляду.....	10
ТЕМА 2 Фізичні фактори навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я людини. Мікроклімат виробничих приміщень.....	12
2.1 Гігієнічна оцінка шуму.....	13
2.2 Гігієнічна оцінка вібрації.....	15
2.3 Заходи з профілактики впливу шуму та вібрації на виробництві.....	16
2.4 Гігієнічна оцінка електромагнітного поля.....	18
2.5 Профілактика впливу електромагнітних випромінювань.....	20
2.6 Гігієнічна оцінка виробничого пилу. Профілактика його впливу.....	21
2.7 Мікроклімат приміщень.....	23
ТЕМА 3 Гігієнічні вимоги до якості питної води.....	29
3.1 Значення води в життєдіяльності людини.....	29
3.2 Джерела та системи водопостачання.....	29
3.3 Гігієнічне нормування якості питної води.....	35
3.4 Гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.....	41
ТЕМА 4 Методика вивчення хімічних речовин з метою їх нормування. Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення.....	45
4.1 Гігієнічне нормування. Поняття про допустимі концентрації.....	45
4.2 Основний принцип розробки нормативів. Критерії нормування..	47
4.3 Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення.....	49
ТЕМА 5 Гігієнічні питання спеціальних методів обробки води. Знезаражування води.....	59
5.1 Спеціальні методи обробки води.....	59
5.2 Методи знезараження води.....	63
ЗМ 2 САНІТАРНІ ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУД. ОРГАНІЗАЦІЯ САНІТАРНОГО НАГЛЯДУ ЗА СИСТЕМАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	73

ТЕМА 6 Санітарні вимоги до розміщення та експлуатації каналізаційних та водопровідних споруд.....	73
6.1 Водопровідні споруди.....	73
6.2 Каналізаційні споруди.....	75
ТЕМА 7 Організація санітарного нагляду за системами водопостачання. Санітарний контроль забруднення води.....	84
7.1 Попереджувальний санітарний нагляд.....	85
7.2 Поточний санітарний нагляд.....	87
7.3 Забруднення водойм і поширення водних інфекцій.....	90
7.4 Поняття імунітету.....	98
7.5 Протиепідемічні заходи.....	99
7.6 Контроль рівня забруднення води.....	100
ТЕМА 8 Відходи населених пунктів та промислових підприємств. Збір і видалення сміття.....	110
8.1 Відходи населених пунктів та промислових підприємств.....	110
8.2 Збір і видалення відходів.....	112
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	117

ВСТУП

Підготовка спеціалістів в галузі водопостачання і водовідведення потребує глибоких знань в галузі санітарії та гігієни – дисципліни, яка відображає профілактичний напрям охорони здоров'я населення. Її значення в сучасних умовах суттєво зростає внаслідок науково-технічного прогресу та процесів перебудови у сфері виробництва та запровадження в Україні міжнародної системи виробничої практики.

Застосування у промисловості нових технологічних процесів, обладнання, хімічних сполук спричиняє виникнення нових чинників забруднення навколишнього середовища, що зумовлює потребу комплексного вивчення умов праці персоналу, гігієнічної оцінки технологічних процесів, розробки та впровадження профілактичних заходів, організації раціонального режиму праці і вибору безпечних технологічних процесів обробки води.

Останнім часом видано багато нормативних документів, які регламентують організацію діяльності на підприємствах водопідготовки щодо створення безпечних умов праці, підвищення якості питної води та створення конкурентноспроможних методів водопідготовки на міжнародному рівні.

Вода – найважливіший компонент природного середовища. Проблеми, пов'язані з її використанням, дуже тісно переплітаються. Не можна переоцінити вплив водного середовища на живі організми. В зв'язку з цим споруди водопостачання та каналізації повинні забезпечувати поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя населення, зменшувати шкідливий вплив на здоров'я людини подразників, пов'язаних з життєдіяльністю людини.

В конспекті лекцій викладено матеріали про вплив водного середовища, якості питної води та джерел водопостачання на здоров'я населення, висвітлено гігієнічні питання водопідготовки та спеціальних методів обробки води, санітарного нагляду за спорудами водопостачання та каналізації, охорони водних об'єктів та впливу на них урбанізації та індустріалізації.

В конспекті наведено положення водно-санітарного законодавства та норм санітарної охорони, які повинен знати бакалавр з гідротехніки (водних ресурсів) з проблем санітарії, як практичної частини гігієни, показано гігієнічне значення джерел водопостачання та принципи нормування якості питної води та шкідливих речовин у воді водних об'єктів, санітарні вимоги до розташування та експлуатації каналізаційних мереж та споруд.

Конспект лекцій складений згідно з програмою підготовки бакалаврів напряму 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси) (професійне спрямування «Раціональне використання та охорона водних ресурсів»).

ЗМ 1 ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ. ГІГІЄНІЧНІ ПИТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ВОДИ

ТЕМА 1 Загальні відомості про гігієну, санітарію як наукові дисципліни

Основна мета гігієни – збереження й зміцнення здоров'я. З цього приводу англійський учений Е. А. Парке писав, що «гігієна має на меті зробити розвиток старіння людського організму найдосконалішим, в'янення менш швидким, життя енергійнішим, смерть віддаленою».

Завдання гігієни:

- 1) вивчення природних і антропогенних чинників навколишнього середовища та соціальних умов, що впливають на здоров'я людини;
- 2) вивчення закономірностей впливу чинників і умов навколишнього середовища на організм людини або популяцію;
- 3) наукове обґрунтування й розроблення гігієнічних нормативів, правил та заходів для максимального використання чинників навколишнього середовища, які позитивно впливають на організм людини, та знешкодження або обмеження до безпечного рівня шкідливих чинників;
- 4) впровадження в практику охорони здоров'я і народне господарство розроблених гігієнічних рекомендацій, правил і нормативів, перевірка їхньої ефективності та удосконалення;
- 5) прогнозування санітарної ситуації на найближчу та віддалену перспективу з урахуванням планів розвитку народного господарства, визначення відповідних гігієнічних проблем на основі даного прогнозу, наукове розроблення цих проблем.

Зміст гігієни визначають переліком її основних галузей: соціальна гігієна, радіаційна гігієна, комунальна гігієна, авіаційна гігієна, гігієна праці, гігієна залізничного транспорту, гігієна дітей та підлітків, спортивна гігієна, гігієна лікувально-профілактичних закладів, космічна гігієна, військова гігієна, гігієна людей похилого віку, гігієна харчування тощо.

Предметом вивчення гігієни є здоров'я людини та навколишнє середовище. У нашій країні впроваджують систему державних заходів з охорони та поліпшення здоров'я населення. Ці заходи проводять різні державні служби та заклади, проте головну роль відіграє служба охорони здоров'я. Під поняттям навколишнього середовища в науці прийнято вважати все те, що нас оточує, що прямо чи опосередковано впливає на наше життя й діяльність.

Навколишнє середовище постійно впливає на здоров'я людини через матеріальні чинники:

- 1) фізичні (сонячна радіація, температура, шум, вібрація тощо);
- 2) хімічні (хімічні елементи або сполуки, що входять до складу повітря, води);
- 3) біологічні (мікроорганізми, гельмінти, гриби, рослини);
- 4) психогенні (слово або мова, звуки, колір або зображення тощо).

1.1 Методи гігієнічних досліджень

У своєму становленні гігієна пройшла шлях від простих емпіричних спостережень до сучасних досконалих методів дослідження чинників навколишнього середовища та їхнього впливу на організм людини. Перед нею стоїть завдання не тільки виявити вплив на людину численних чинників довкілля, але й науково обґрунтувати необхідні профілактичні заходи.

Специфічними для гігієни є п'ять основних методів: епідеміологічний метод вивчення здоров'я населення; метод санітарного обстеження; метод гігієнічного експерименту; метод санітарної експертизи; метод санітарної освіти.

Епідеміологічний метод уміщує в собі санітарно-статистичний спосіб, спосіб медичного обстеження популяцій, спосіб клінічного спостереження за спеціально дібраними людьми (волонтерами) та спосіб натурного експерименту серед широких мас населення.

Метод санітарного обстеження полягає у здійсненні візуального спостереження (оцінка об'єкта за зовнішніми ознаками) або проведенні поглибленого санітарного обстеження (із застосуванням лабораторно-інструментальних досліджень) із наступним описом об'єкта спостереження.

Метод гігієнічного експерименту проводять у реальних умовах (натурний експеримент) або в лабораторіях (лабораторний експеримент).

Метод санітарної експертизи полягає у складанні висновку про об'єкт експертизи спеціалістами, які мають спеціальну підготовку (обізнані) у певній галузі гігієни та санітарії.

Метод санітарної освіти вміщує в собі гігієнічне навчання та виховання населення щодо санітарно-гігієнічних аспектів.

Наведені вище методи поєднують у собі конкретизовані способи вивчення чинників навколишнього середовища та їхній вплив на організм і здоров'я людини (рис. 1.1), які, у свою чергу охоплюють уже конкретні методи та методики.

1.2 Санітарія та санітарний нагляд

Санітарія (від лат. *sanitas* – здоров'я) – це практична реалізація розроблених гігієною профілактичних заходів із метою зміцнення й збереження здоров'я людей.

Турбота про здоров'я – найважливіше завдання медичної науки та практичної охорони здоров'я. Його вирішують двома шляхами: *профілактичним* (зміцнення здоров'я й запобігання захворюванням) та *відновним* (лікування хворої людини).

Обидва методи боротьби за здоров'я народу й окремої людини запроваджують одночасно, проте першочерговим й ефективнішим, а отже, і пріоритетним у діяльності медичного працівника будь-якого профілю повинен бути профілактичний.

Профілактичний напрям вміщує в собі заходи щодо оздоровлення навколишнього середовища, умов праці і побуту, протиепідемічні дії, організацію мережі лікувально-профілактичних закладів, проведення масових

профілактичних оглядів) ранню діагностику, заходи щодо виявлення та усунення передпатологічних станів, запобігання ускладненням, психопрофілактику й диспансеризацію.

Громадська (суспільна) профілактика передбачає створення сприятливих умов для збереження здоров'я та працездатності, *індивідуальна (особиста)* – спрямована на запобігання перевантаженням організму.

Первинна профілактика передбачає запобігання виникненню захворювань, *вторинна* – розвитку та загостренню хвороби.

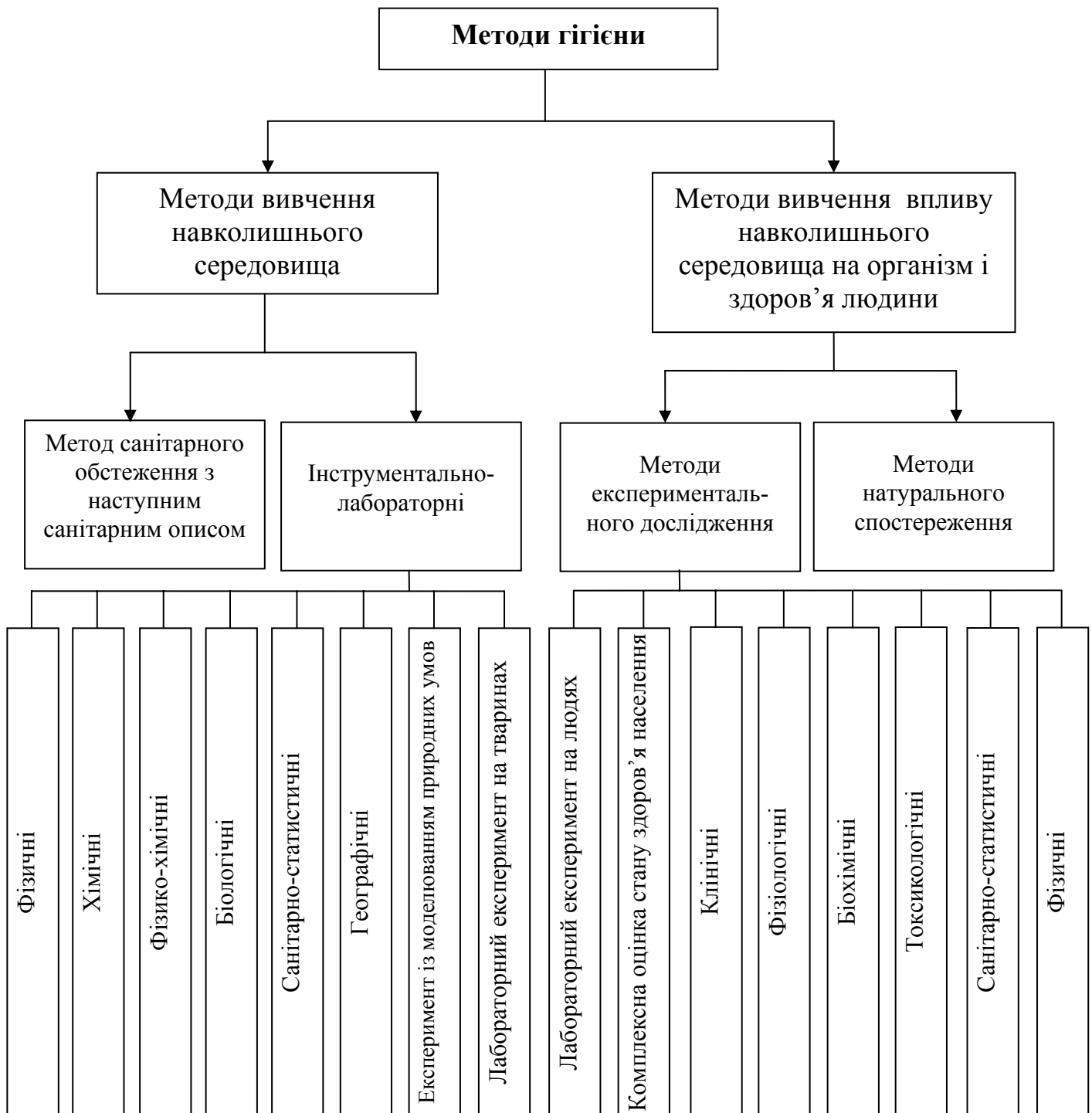


Рисунок 1.1 – Схема методів гігієнічних досліджень

1.3 Основи санітарного законодавства

У своїй роботі органи і заклади санепідслужби керуються відповідними документами. Серед них:

1. *Законодавчі* – Конституція України, Закон про охорону здоров'я, Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
2. *Постанова Кабінету Міністрів* «Про державний санітарний нагляд в Україні». У ній ідеться про структуру санітарної організації, її права та обов'язки.
3. *Нормативні гігієнічні документи*: СанПіН – санітарні правила й норми (видаються Міністерством охорони здоров'я), ДСТУ – державний стандарт України, БНіП – будівельні норми і правила, ГСТ – галузевий стандарт, СТП – стандарт підприємства.
4. *Відомчі документи* — методичні рекомендації, вказівки, накази, інформаційні листи тощо.
5. *Рішення місцевих органів влади із санітарних питань* – контроль за їхнім виконанням покладають на санепідслужбу.

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 04.02.96 р. вміщує 7 розділів [4]: загальні положення; права й обов'язки громадян, підприємств, установ і організацій щодо забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя; вимоги щодо забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення; державна санітарно-епідеміологічна служба; державний санітарно-епідеміологічний нагляд; відповідальність за порушення санітарного законодавства; міжнародні відносини України щодо забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя.

1.4 Структура державної санітарно-епідеміологічної служби в Україні

У систему державної санітарно-епідеміологічної служби України входять органи, установи і заклади санітарно-епідеміологічного профілю Міністерства охорони здоров'я України, відповідні заклади, частини й підрозділи Міністерства оборони України, Міністерства внутрішніх справ України, Державного комітету у справах охорони державного кордону України, Національної гвардії України, Служби безпеки України.

Спеціально уповноваженим центральним, органом державної виконавчої влади є Міністерство охорони здоров'я України, яке здійснює контроль і нагляд за дотриманням санітарного законодавства, державних стандартів, критеріїв та вимог, спрямованих на забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення.

На органи і заклади державної санітарно-епідеміологічної служби системи Міністерства охорони здоров'я України покладаються функції спеціально уповноважених відповідних адміністративно-територіальних, транспортних та об'єктових органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

1.4.1 Установи й заклади державної санітарно-епідеміологічної служби системи міністерства охорони здоров'я

До установ і закладів державної санітарно-епідеміологічної служби відносять:

- ✓ Головне санітарно-епідеміологічне управління МОЗ України;
- ✓ Управління з медичних проблем аварії на ЧАЕС МОЗ України;
- ✓ Центральна санітарно-епідеміологічна станція МОЗ України;
- ✓ обласні, міські, районні та районні у містах СЕС, дезстанції;
- ✓ Центральна СЕС на залізничному транспорті, СЕС на залізницях, лінійні СЕС на залізницях;
- ✓ Центральна СЕС на повітряному транспорті;
- ✓ Центральна СЕС на водному транспорті, СЕС басейнів і портів;
- ✓ санітарно-карантинні підрозділи;
- ✓ спеціалізовані установи та заклади МОЗ для боротьби з особливо небезпечними інфекціями.

1.4.2 Головні напрямки діяльності державної санітарно-епідеміологічної служби

Головні напрямки діяльності санітарно-епідеміологічної служби:

- 1) здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- 2) визначення пріоритетних заходів щодо профілактики захворювань, а також у сарані охорони здоров'я населення від шкідливих впливів чинників навколишнього середовища;
- 3) вивчення, оцінка й прогнозування показників здоров'я населення залежно від стану середовища життєдіяльності людини, встановлення чинників навколишнього середовища, що шкідливо впливають на здоров'я населення;
- 4) підготовка пропозицій щодо забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення, запобігання занесенню та поширенню особливо небезпечних (у тому числі карантинних) та небезпечних інфекційних хвороб;
- 5) контроль за усуненням причин і умов виникнення та поширення інфекційних, масових неінфекційних захворювань, отруєнь та радіаційних уражень людей;
- 6) державний облік інфекційних та професійних захворювань та отруєнь.

1.5 Організація та форми проведення державного санітарного нагляду

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд – це контрольна діяльність органів та закладів державної санітарно-епідеміологічної служби за дотриманням юридичними та фізичними особами санітарного законодавства з метою запобігання, виявлення, зменшення або усунення шкідливого впливу небезпечних чинників на здоров'я людей та застосування заходів правового характеру щодо порушників.

1.5.1 Головні завдання державного санітарного нагляду

Головні завдання державного санітарного нагляду:

- 1) нагляд за організацією та проведенням органами державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, підприємствами,

- установа ми, організаціями та громадянами санітарних та протиепідемічних заходів;
- 2) нагляд за реалізацією державної політики з питань профілактики захворювань населення, участь у розробці та контроль за виконанням програм, що стосуються запобігання шкідливого впливу чинників навколишнього середовища на здоров'я населення;
 - 3) нагляд за дотриманням санітарного законодавства;
 - 4) проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи, гігієнічної регламентації небезпечних чинників і видача дозволів на їхнє використання.

1.5.2 Форми здійснення державного санітарного нагляду

Різноманітний і широкомасштабний за своїм змістом державний санітарно-епідеміологічний нагляд проводиться у двох формах: запобіжного та поточного санітарного нагляду.

Запобіжний санітарний нагляд проводять від стадії проектування до здачі об'єкта санітарного нагляду в експлуатацію. Він здійснюється на таких етапах: вибору та відведення земельної ділянки (траси) під будівництво об'єктів; проектування об'єктів; будівництва або реконструкції об'єктів; приймання в експлуатацію побудованих об'єктів.

Поточний санітарний нагляд здійснюють за об'єктами санітарного нагляду в процесі їхньої експлуатації. У ньому теж виділяють кілька етапів: здійснення планових поглиблених обстежень об'єктів із наступним санітарним описом і заповненням санітарного паспорта; проведення поточних обстежень із нагляду за облаштуванням, обладнанням і експлуатацією, а також з метою перевірки виконання вимог органів санітарного нагляду; обстеження об'єктів із використанням лабораторно-інструментальних методів досліджень для об'єктивної їхньої оцінки і виявлення впливу на навколишнє середовище й здоров'я людей; динамічний нагляд за здоров'ям населення; розробка планів оздоровчих заходів і контроль за їхнім виконанням.

Кінцевою метою запобіжного й поточного санітарного нагляду є профілактика захворюваності, запобігання несприятливому впливу середовища на здоров'я населення, створення оптимальних санітарних умов праці, побуту та відпочинку людей.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд здійснюють відповідно до «Положення про державний санітарно-епідеміологічний нагляд в Україні» вибірковыми перевірками дотримання санітарного законодавства за планами органів і закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, а також позапланове залежно від санітарної, епідемічної ситуації та за заявами громадян. Результати перевірки оформляють актом, форма й порядок складання якого визначені Головним державним санітарним лікарем України.

Контрольні запитання



1. Дайте визначення поняттям «гігієна» і «санітарія».
2. Опишіть основні завдання, зміст і предмет вивчення гігієни.
3. Розкрийте методи гігієнічних досліджень.
4. Якими документами керуються органи і заклади санепідслужби у своїй роботі?
5. Опишіть структуру державної санітарно-епідеміологічної служби України.
6. Розкрийте організацію та форми проведення державного санітарного нагляду.

ТЕМА 2 Фізичні фактори навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я людини. Мікроклімат виробничих приміщень

Істотними фізичними чинниками, що значно погіршують умови праці та побуту населення в містах, є шум, вібрація й електромагнітні випромінювання.

Запровадження в промисловості нових технологічних процесів, зокрема з використанням електроенергетики та радіоелектроніки, застосування потужного технологічного обладнання, засобів наземного, повітряного та водного транспорту, численного побутового та інженерного обладнання, механізація виробничих процесів, широкий розвиток телебачення, радіозв'язку, радіолокації, використання височастотної електромагнітної енергії в різноманітних сферах народного господарства, а також у побуті призвели до того, що людина на виробництві і вдома постійно зазнає впливу інтенсивних шумів, а подеколи – вібрації та електромагнітних випромінювань.

Боротьба зі шкідливими фізичними чинниками є актуальною комплексною проблемою. Вона пов'язана з вирішенням різних завдань – гігієнічних, технічних, адміністративних і правових.

Дослідження засвідчили, що шум і вібрація погіршують умови та якість праці, вкрай несприятливо впливають на організм людини: підвищують загальну захворюваність, призводять до розвитку професійних хвороб, спричиняють небажані психічні й фізіологічні реакції.

Таким чином, проблема боротьби з шумом і вібрацією має не тільки соціальне та санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Шум супроводжує людину від народження й до смерті. Можна розглядати його як один із найпоширеніших і несприятливих чинників науково-технічного прогресу та урбанізації. Шум може справляти небажаний фізіологічний або психологічний вплив на людину і заважати різноманітним видам діяльності: спілкуванню, роботі, відпочинку, розвагам, сну.

Все це стосується і вібрації та електромагнітних випромінювань. Зазвичай вони спостерігаються у житлових і громадських будинках, призводячи до порушення багатьох функцій організму людини.

Питанням боротьби зі шкідливими фізичними чинниками в нашій країні надають загальнодержавного значення. Так, у Законі України про охорону атмосферного повітря є спеціальна стаття (21) «Відвернення і зниження шуму»,

в якій вказано, що державний контроль стосовно дотримання нормативів екологічної безпеки (за ГДР акустичного, електромагнітного та іншого шкідливого впливу на здоров'я людей) покладається на місцеві органи державної виконавчої влади, Міністерство охорони навколишнього середовища, МОЗ України та їхні органи на місцях. У цій статті зазначено: “З метою відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів виробничих та інших шумів повинні здійснюватися наступні заходи: створення і впровадження мал шумних машин і механізмів на основі технічного нормування; поліпшення конструкцій транспортних засобів та умов їхньої експлуатації, а також утримання в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличних покриттів; розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму при плануванні і забудові населених пунктів відповідно до встановлених санітарно-технічних вимог та карт шуму; виробництво будівельних матеріалів, конструкцій і технічних засобів та споруд з необхідними акустичними властивостями; організаційні заходи для відвернення і зниження виробничих, комунальних, побутових і транспортних шумів, включаючи введення раціональних схем і режимів залізничного, повітряного, водного та автомобільного транспорту у межах населених пунктів. Громадяни зобов'язані дотримуватися вимог, встановлених з метою боротьби з побутовим шумом у квартирах, а також на подвір'ях житлових будинків, у місцях відпочинку та інших громадських місцях”.

У вирішенні цих питань значна роль належить органам санітарно-епідеміологічної служби, які повинні проводити значну профілактичну роботу щодо запобіжного та поточного нагляду за дотриманням вимог санітарних норм і рекомендацій з обмеження поширення шуму, вібрації та електромагнітних випромінювань у місцях перебування людини. Найважливішого значення набуває запобіжний санітарний нагляд на стадії розроблення генеральних планів розвитку міст, промислових комплексів, проектів детального планування мікрорайонів, окремих будинків і споруд, коли найлегше й ефективно можуть бути вирішені питання стосовно захисту від шкідливого впливу фізичних чинників. Тому лікарі-гігієністи повинні знати основні фізичні та фізіологічні характеристики шуму, вібрації та електромагнітних полів, закономірності їхнього поширення в природі, характер впливу на самопочуття та стан здоров'я людини, санітарні норми, ефективність запобіжних заходів.

Не менш важливий і поточний нагляд за дотриманням вимог підприємствами, установами та іншими організаціями діючого законодавства в галузі нормування допустимих рівнів шуму, вібрації та інтенсивності електромагнітних полів. Основний засіб поточного санітарного контролю – інструментальні вимірювання. Гігієністи повинні бути добре ознайомленими з приладами та засобами для визначення згаданих показників.

2.1 Гігієнічна оцінка шуму

Шум – поєднання звуків різної частоти та інтенсивності. У гігієні шумом називають небажані, які заважають людині, звуки.

Одиницею вимірювання шуму є *бел* (Б) – відношення діючого значення звукового тиску до мінімального значення, яке сприймається органом слуху.

Проте в повсякденній практиці використовують у 10 разів меншу одиницю – *децибел* (дБ). Під час вимірювання шуму за шкалою А шумоміра цю одиницю позначають як дБА.

Для частотної характеристики шуму, яка визначає висоту звучання, використовують герц (*Гц*) – число коливань за 1 с. Людина сприймає звуки з частотою від 16 Гц до 20 кГц (рис. 2.1).

Найбільша чутливість вуха людини до звуків лежить у діапазоні 1-4 кГц.

Весь чуттєвий діапазон поділяється на 9 октав із середньо геометричними частотами 31,5 Гц, 63 Гц, 125 Гц, 250 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц, 8 кГц (наприклад, в октаві 40-80 Гц середньо геометрична частота становить 63 Гц).

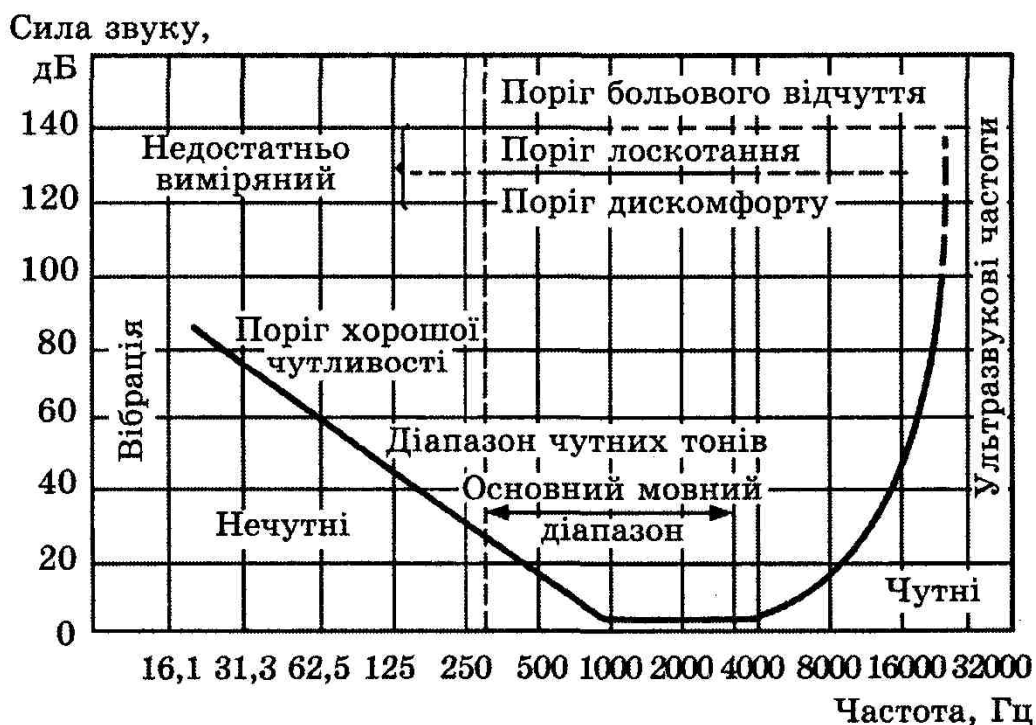


Рисунок 2.1 – Діапазон порогів чутливості за А. Беллом

Шум класифікують:

1) за інтенсивністю в часі:

- ✓ постійний – рівень звуку за робочий день змінюється в часі до 5 дБА,
- ✓ непостійний, який, у свою чергу, поділяють на: переривчастий – звук залишається постійним 1 с і вище та імпульсний – звукові сигнали тривалістю до 1 с);

2) за спектром:

- ✓ широкосмуговий – із неперервним спектром шириною понад одну октаву,
- ✓ тональний – у спектрі є виражені дискретні тони),

3) за частотою:

- ✓ низькочастотний – до 400 Гц,

- ✓ середньочастотний – 400-1000 Гц,
- ✓ високочастотний — вище 1000 Гц).

Головними джерелами шуму в навколишньому середовищі є транспорт (автомобільний, залізничний, авіаційний, річковий, морський), промислові об'єкти, енергетичні установки, свійські та домашні тварини, різноманітні побутові прилади тощо. З кожним роком збільшується кількість професій, пов'язаних із шумом, зростає тривалість його впливу. На виробництві дія шуму часто поєднується із впливом інших чинників: вібрації, хімічних речовин, дискомфортного мікроклімату.

Шум – це загально-біологічний подразник. Він – виражений стресфактор, під дією якого зміни в ЦНС виникають раніше, ніж специфічні зміни в звуковому аналізаторі.

Специфічні зміни (зміни в звуковому аналізаторі) поділяють на:

- 1) тимчасові зміни порогів чутності (ТЗП) – внутрішня адаптація органа слуху;
- 2) втома і кумуляція втоми аналізатора;
- 3) постійні зміни порогів чутності (ПЗП) – розвиток глухоти;
- 4) ураження звукосприймального апарату;
- 5) дегенеративні зміни у волоскових клітинах та інших елементах Кортієвого органа.

Неспецифічні зміни:

- 1) *нервова система*: в основі лежить складний механізм нервоворефлекторних та нервово-гуморальних змін, що призводять до порушення врівноваженості й рухливості процесів внутрішнього гальмування в ЦНС: швидка втома, ослаблення пам'яті, зниження уваги, втрата працездатності, підвищена подразливість;
- 2) *серцево-судинна система*: зміна частоти пульсу, пригнічення електричної активності серця, звуження периферійних судин та капілярів, підвищення артеріального тиску;
- 3) *дихальна система*: пригнічення частоти та глибини дихання;
- 4) *система органів відчуття і зору*: зниження стійкості ясного бачення й зміна чутливості до різних частин спектра світла; *травна система*: пригнічення секреції шлункового соку, зниження перистальтики шлунка й кишок;
- 5) *інші системи*: зміни у вестибулярному апараті, стані залоз внутрішньої секреції (репродуктивна функція), обміні речовин, системі крові та ін.

Весь цей симптомокомплекс називають «шумовою хворобою» (за Є. Ц. Андрєєвою-Таланіною).

2.2 Гігієнічна оцінка вібрації

Вплив вібрації на організм визначають: фізичною дією на поверхню контакту, поширенням коливань по тканинах, подразненням механорецепторів, що спричиняють нейрорефлекторні та суб'єктивні реакції.

Залежно від ступеня поширення вібрацію поділяють на:

- ✓ *загальну* – поширюється на все тіло,
- ✓ *місцеву (локальну)* – вібрація поширюється на окрему ділянку тіла.

У процесі інтенсивного тривалого впливу вібрації розвивається *симптомокомплекс вібраційної хвороби*: відчуття оніміння та парестезії в місцях прикладання вібрації (руки), стійкий спазм дрібних судин, підвищена чутливість до холодових подразників, зміни в кістково-м'язовому та зв'язковому апараті, симптом мертвих пальців – втрата чутливості та побіління пальців і кистей рук, зміни у структурі кісток – остеопороз, розростання, атрофія м'язів, деформація променево-зап'ясного, ліктьового та плечового суглобів із порушенням опорно-рухової функції, швидка втомлюваність, головний біль, запаморочення, безсоння, гіпотонія, брадикардія, схуднення, погіршення пам'яті, порушення координації рухів, спазм кровоносних судин, міокардо-истрофія, імпотенція, порушення менструального циклу, підвищення гінекологічних захворювань.

2.3 Заходи з профілактики впливу шуму та вібрації на виробництві

Основою профілактичних заходів на виробництві є науково обґрунтоване гігієнічне нормування.

До них відносять: правила безпеки праці, режим праці та відпочинку, індивідуальний захист, медичні огляди, санітарну освіту та гігієнічне навчання.

Правила безпеки праці. З метою реалізації комплексу заходів із первинної профілактики нині розроблено систему правил безпеки праці, тобто серію державних стандартів, які регламентують не тільки гігієнічні норми та вимоги, але і методи оцінки чинника й засоби досягнення безпечних рівнів.

Основні стандарти: ДСТ 12.1.003-83. «ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки», ДСТ 12.4.051-78. «ССБП. Засоби індивідуального захисту органа слуху. Загальні технічні умови», ДСТ 12.4.062-78. «ССБП. Шум. Методи визначення втрати слуху людини», СН 3223-85. «Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях», ДЗСТ 12.1.012-78л «ССБП. Вібрація. Загальні вимоги безпеки», СН 3044-84. «Санітарні норми вібрації робочих місць» та ін. На сьогодні для оцінки та вимірювання шуму й вібрації розроблено майже 120 нормативних документів.

Згідно із «Санітарними нормами допустимих рівнів шуму на робочих місцях» № 3223-85 від 12.03.85 р., на виробництві встановлено диференційовані гранично допустимі рівні звуку залежно від виду роботи: 50 дБА – творча діяльність, наукова робота, керівна робота, здоровпункти; 60 дБА – управлінський апарат, конторські приміщення, лабораторії; 65 дБА – диспетчерська служба, друкарські бюро, кабінети дистанційного управління, кабінети ЕОМ; 75 дБА – робочі місця за пультами без телефонного зв'язку, лабораторії із шумним обладнанням; 80 дБА – на постійних робочих місцях робітників та інші види робіт.

Проблеми шуму тісно переплітаються з проблемами раціональних режимів праці та відпочинку робітників. Відповідно до Рекомендацій технічного комітету міжнародної організації стандартизації (ISO/TC 43) при рівні шуму ГС-85 (граничний спектр) його тривалість дії на людину може становити понад 120 хв. (до 8 год.), при ГС-90 – до 120 хв., при ГС-95 – 50 хв., при ГС-100 – 25 хв., при ГС-105 – 16 хв.

Експериментально доведено, що збільшення інтенсивності діючої на людину вібрації може бути компенсовано за своїм біологічним ефектом скороченням часу контакту з вібрацією. Запропоновано регламентувати час безперервного контакту з вібрацією – 10-15 хв. (максимум 20 хв.) при співвідношенні чергування циклів дії вібрації з виконанням інших операцій 1:1,5, 1:2, 1:3 (залежно від інтенсивності вібрації).

Слід пам'ятати, що питання про обмеження роботи або контакту із шумовіброгенувальним обладнанням, тобто «захист часом», повинні розглядатися в загальному комплексі профілактичних заходів.

Засоби індивідуального захисту від шуму (протишуми, або антифони (рис. 2.2)) використовують коли засоби боротьби із шумом не забезпечують його зниження до безпечних рівнів. Основні види , протишумів: вкладиші (втулки, тампони та ін.), навушники, шлеми.

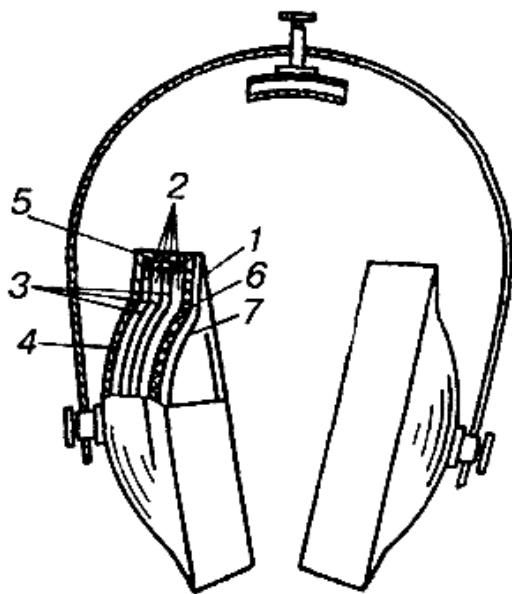


Рисунок 2.2 – Схема антифона:

- 1 – тверда основа; 2 – шар пластику; 3 – фланель; 4 – шар пап'є-маше; 5 – каркас;
- 6 – губчаста гума; 7 – фланель

Протишумні вкладиші (типу «Беруши», тампони з тканини УТВ, тампони "Ріко" (Чехія), "Суперсонекс" (Англія), У-51 Рч (США) та ін.) вставляють у зовнішній слуховий прохід і утримують в ньому без додаткових кріплень. До них відносять різні види заглушок у вигляді тампонів волоконних матеріалів із просочуванням їх маслом, воскоподібних мастик, гумових ковпачків, а також циліндри зі спеціальних пінопластів.

Протишумні навушники – чашки з пластмаси або легких металів, заповнених пористими звукопоглиначами, які щільно й зручно прилягають до привушної ділянки. Вони бувають різних типів: ВІДНДЮП-1; -2; -3; -4а, модель типу 16400 (Англія), модель 1200 (США).

Іноді використовують радіофіковані навушники. Під час застосування протишумів досягають зниження звуку на частоті 4000 Гц – до 47 дБ, на розмовних частотах – до 24 дБ.

Засоби індивідуального захисту від вібрації. Засоби індивідуального захисту від вібрації поділяють на засоби для захисту рук, ніг та тіла.

Для захисту рук застосовують рукавиці, вкладиші, прокладки. Захист від вібрації забезпечує використання пружних (демпферних) матеріалів (зниження – 2-6 дБ).

Засоби для захисту ніг поділяють за формою виконання на спеціальне віброзахисне взуття, підошви, наколінники. Взуття знижує вібрацію на 7-10 дБ у діапазоні частот 11-90 Гц.

Для захисту тіла використовують нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

Усі ці види й типи захисту від вібрації можуть її знизити на 10 дБ, тобто втричі, проте через об'єктивні й суб'єктивні причини (дискомфорт, незручність у роботі та ін.) їх обмежено застосовують на практиці (до 60-70% працюючих) і вони не в змозі замінити радикальні заходи боротьби із шумом та вібрацією технічними засобами.

Медична профілактика та огляди. До заходів медичної профілактики несприятливого впливу шуму та вібрації відносять попередній медичний огляд із урахуванням протипоказань до прийому на роботу в умовах дії шуму та вібрації і періодичний медичний огляд. Під час періодичних обстежень виносять рішення про зміну режиму праці зі зменшенням тривалості дії чинників, про переведення на іншу роботу, не пов'язану із впливом шуму та вібрації. Медогляди проводять раз на 24 міс. (шум), раз на 12 міс. (вібрація).

Для запобігання вібраційній хворобі рекомендують водні процедури, масаж, гімнастику, ультрафіолетове опромінення, вітамінізацію та ін.

2.4 Гігієнічна оцінка електромагнітного поля

Питання вивчення біологічної дії електромагнітних хвиль, насамперед радіочастотного діапазону, визріло ще в 30-х роках, але детально розробляти його почали в 50-х роках ХХ ст. До 1978 р. санітарні норми електромагнітного поля для населення, за даними Ю.Д. Думанського [7], практично були відсутні.

Щодо електромагнітних випромінювань промислової частоти (50-60Гц), то їхні гігієнічні регламенти розроблено в 1984 році і тільки для електричної складової, для магнітної вони розроблені тільки частково.

Основними джерелами випромінювання електромагнітної енергії у виробничих приміщеннях є неекрановані елементи обладнання – робочі індуктори, плавильні печі, індукційні нагрівачі, фідерні лінії, на підземних роботах у шахтах – енергоприймачі та тягові лінії безконтактних електровозів. Електромагнітне поле складається із сукупності електричного і, нерозривно з ним пов'язаного, магнітного полів. Воно характеризується такими показниками: *довжиною хвилі* (міліметрові, сантиметрові, дециметрові, метрові, кілометрові), *частотою коливань* (герци, кілогерци, мегагерци, гігагерци), а також *швидкістю поширення* (м/с).

Напругу електричного поля вимірюють у вольт-метрах на 1 м поля (В/м), магнітного – в амперах на 1 м поля (А/м) постійного магнітного поля – у кілоамперах на 1 м (кА/м). Густина магнітного потоку вимірюють у теслах (Тл).

Інтенсивність поля НВЧ оцінюють величиною густини потоку енергії (ГПЕ), тобто кількістю енергії, яка припадає на одиницю поверхні. Густина потоку енергії виражають у ватах на квадратний метр (Вт/м²) або в похідних одиницях: міліватах і мікроватах на квадратний сантиметр (мВт/см², мкВт/см²).

За даними Ю. Д. Думанського реакції організму на електромагнітні поля різних діапазонів відрізняються не специфічністю, яка проявляється у схожому характері змін, зумовлених неоднаковими за своєю природою подразниками.

Г. Н. Нікітіна встановила [8], що за однакового електромагнітного навантаження в жінок та людей похилого віку помітний вищий ризик появи захворювань порівняно з чоловіками працездатного віку.

Магнітні поля безпосередньо впливають на ЦНС. У магнітобіологічних дослідженнях нервова система виступає як найбільш чутлива, але найменш вразлива система організму.

У магнітобіології одним із найменш визначених питань залишається вплив на живі організми слабого низькочастотного магнітного поля. Сам факт існування такого поля нині уже не заперечують. Численні дослідження біологічної дії низькочастотних змінних магнітних полів в широкому діапазоні напруженості свідчать про високу чутливість біологічних об'єктів до слабких впливів.

Проблема біологічного впливу електромагнітних полів промислової частоти на функціональний стан серцево-судинної системи з'ясована не повністю. Проведені М. І. Мізюком [9] дослідження свідчать про пригнічення функції міокарда, що дає змогу вважати серцево-судинну систему однією з високочутливих „мішеней” біологічного впливу електромагнітного поля. При цьому зменшуються пристосувальні можливості серцево-судинної системи і циркуляторного апарату.

Зміни метаболізму в органах і тканинах під час тривалої дії електромагнітного поля, помічені Л. А. Томашевською [10], відбуваються через порушення мікроциркуляторних процесів і самого мікросудинного русла. Це підтверджує наявність ультраструктурних змін ендотеліоцитів і всього ендотелію мікросудин, що свідчить про порушення проникності судин у бік її збільшення.

Виявлено несприятливу дію електромагнітного випромінювання на різні ланки імунної системи організму.

Наукові дослідження, проведені останнім часом у багатьох країнах, підтверджують епідеміологічний зв'язок між захворюваністю лейкозами й розвитком інших пухлин із професіями, які пов'язані з електрикою та електронікою, проживанням поблизу високовольтних ліній електропередач, тобто з імовірним впливом електромагнітних полів промислової частоти.

За даними М. І. Мізюка [9] електромагнітні випромінювання несприятливо впливають і на репродуктивну функцію. Вони спричиняють зміни функціонального стану сперматозоїдів (зниження рухливості, осмотичної резистентності, збільшення мертвих форм), порушення запліднювальної здатності самців та плодовитості самок (достовірне зниження числа живих ембріонів, підвищення загальної ембріональної загибелі). Виявлено ембріотропний ефект, який проявляється зниженням маси і краніо-каудальних розмірів плодів, наявності ембріонів із точковими крововиливами різної локалізації.

Енергія, яку поглинув організм, може спричинити *термічну* (теплову) і *специфічну біологічну дію* (нетеплову). Інтенсивність біологічної дії зростає зі збільшенням потужності ЕМП і тривалості його дії. За наявності великих доз спостерігають тепловий ефект, малих – нетепловий. Вираженість реакції пов'язана з діапазоном радіочастот й індивідуальними особливостями організму.

Найвищу біологічну активність мають НВЧ-хвилі.

Розрізняють 2 форми патологічного впливу ЕМП діапазону радіочастот: гостра й хронічна, які поділяються на 3 ступені захворювання: легкий, середній та важкий. Хронічна форма характеризується функціональними порушеннями нервової, серцево-судинної, гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової та інших систем організму, що проявляється астеничним симптомо-комплексом та вегетативними порушеннями, в основному серцево-судинної системи.

Виділяють 3 синдроми впливу ЕМП діапазону радіочастот: астеничний, астено-вегетативний та гіпоталамічний. Для серцево-судинної системи стають характерними ангіодистонічні нейроциркуляторні порушення (брадикардія, артеріальна гіпотензія), біль у ділянці серця, задишка, запаморочення, підвищена пітливість. Спостерігають підсилення функції щитовидної залози, зниження функції гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи, порушення менструального циклу в жінок та статеву слабкість у чоловіків, щодо крові – помірну лейкопенію, тенденцію до тромбоцитопенії, підвищення активності лужної фосфатази.

Одним із не багатьох специфічних уражень є катаракта, яка може розвиватися відразу або протягом кількох років. Окрім катаракти, можливе пошкодження строми рогівки, кератит.

Особливістю дії на організм НВЧ-поля є сумація ефекту, тобто кумуляція.

Експериментально встановлена можливість сенсibiliзації організму після слабого опромінення до подальших впливів НВЧ.

2.5 Профілактика впливу електромагнітних випромінювань

Захист від впливу енергії ЕМП здійснюють із урахуванням характеру джерела ЕМП, місцезнаходження та кількості джерел, властивостей та ступеня шкідливості супутніх чинників. Рекомендують такі способи та методи захисту: гігієнічне нормування, організаційні, технологічні, санітарно-технічні, архітектурно-планувальні, індивідуальні та лікувально-профілактичні заходи.

Гігієнічне нормування ЕМП відрізняється великою варіабельністю залежно від діапазону хвиль, виду випромінювання, інтенсивності випромінювання, контингенту, термінів перебування людей у зоні опромінення тощо.

У 1996 р. затверджено «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань».

На виробництві рекомендують такі гранично допустимі рівні: для довгих і середніх хвиль напруга електричного поля повинна складати 50 В/м, а для магнітного – 5 В/м; для коротких хвиль – 20 В/м; для ультракоротких – 5 В/м. Для міліметрових, сантиметрових і дециметрових хвиль густина потоку енергії не має перевищувати: при опроміненні протягом робочої зміни – 10 мкВт/см²; при опроміненні до 2 год. – 10-100 мкВт/см²; при опроміненні протягом 15-20 хв. – 100-1000 мкВт/см².

Головними організаційними заходами, які дають можливість поліпшити стан навколишнього середовища у місцях розміщення джерел електромагнітного випромінювання, є захист часом і відстанню. Для цього навколо джерела випромінювання в навколишньому середовищі встановлюють

санітарно-захисну зону. Організаційні заходи передбачають оптимальне взаємне розташування обладнання, розробку режиму праці та відпочинку, позначення зон із високою напругою ЕМП, виведення працівників із цих зон, скорочення часу дії ЕМП залежно від інтенсивності (тільки для НВЧ), виділення спеціальних приміщень та місць відпочинку з охолодженням за умов підвищеного виділення теплоти.

Технологічні заходи передбачають захист механізацією та автоматизацією виробничих процесів, застосуванням маніпуляторів та дистанційного управління (*захист відстанню*), а також зниженням потужності ЕМП (*захист дозою*).

Санітарно-технічні заходи охоплюють екранування всіх джерел ЕМП (*захист екранами*) та обладнання вентиляції. Екранувальні матеріали характеризуються переважним відбиванням або поглинанням. Матеріали з високою електропровідністю забезпечують повне відбивання, а з низькою (діелектрики та напівпровідники) – часткове поглинання електромагнітної енергії. Тип, форма й розміри екрана мають забезпечувати інтенсивність опромінення, яка не перевищує ГДР. Щоб зменшити наявність у приміщеннях відбитої енергії, стіни, підлогу, стелю слід покривати матеріалами, які добре поглинають електромагнітну енергію.

Архітектурно-планувальні заходи – це максимальне використання й створення нових зон зелених насаджень, оптимальне планування внутрішніх приміщень, правильна орієнтація житлових і громадських будівель щодо джерела ЕМП, зниження щільності та поверховості забудови, застосування спеціальних будівельних конструкцій, лакофарбового покриття, скла й інших матеріалів, які мають хороші поглинальні та відбивні властивості.

До *індивідуальних засобів захисту* належать *радіозахисний одяг, радіозахисні окуляри*. Захисний одяг виготовляють із металізованої тканини. Це можуть бути комбінезони, халати, фартухи, куртки з вмонтованими в них захисними окулярами. Радіозахисні окуляри типу ОРЗ-5 мають скельця з металізованим покриттям.

Лікувально-профілактичні заходи полягають у проведенні *попередніх (при зарахуванні на роботу)* та *періодичних медичних оглядів* згідно з наказом МОЗ «Про вдосконалення системи медичних оглядів працюючих та водіїв індивідуальних транспортних засобів» № 555 від 29.09.89 р. Періодичність проходження медоглядів – раз на рік (під час роботи з ЕМП НВЧ- та УВЧ-діапазонів) та раз на 2 роки при дії ВЧ-, СЧ- та НЧ-діапазонів.

2.6 Гігієнічна оцінка виробничого пилу. Профілактика його впливу

У різних галузях промисловості та сільського господарства під час виконання виробничих операцій у повітряне середовище може виділятися значна кількість дрібнодисперсних частинок, які утворюють аеродисперсні системи – *аерозолі*.

Відрізняють 3 класи аерозолів: пил, дим, туман.

Пил – система з газоподібним дисперсійним середовищем і твердою дисперсною фазою розміром від 0,001 до 100 мкм. Пил є аерозолем дезінтеграції, утворюється у процесі подрібнення різних матеріалів.

Дим – це аерозоль конденсації. Тверда фаза утворюється під час горіння, перегонки, сублімації й конденсації пари, а також внаслідок хімічних і фотохімічних реакцій.

Туман – краплі води або інші рідини, які утворюються під час конденсації. У краплях можуть бути розчинені або суспендовані різні речовини.

Пил, який утворюється на виробництві, класифікують:

- ✓ *за хімічним складом* – на органічний, неорганічний (мінеральний, металевий) та змішаний;
- ✓ *за механізмом утворення* – на *аерозоль дезінтеграції* (утворюється у процесі подрібнення твердих порід, буріння, розмелювання, фасування, пакування) та *аерозоль конденсації* (утворюється під час випаровування металів і неметалів із наступною конденсацією при електрозварюванні, плавленні);
- ✓ *за дисперсністю* – на крупнодисперсний (понад 10 мкм), середньої дисперсності (10-5 мкм), тонкодисперсний (5-0,1 мкм) та дим (до 0,1 мкм).

Під час гігієнічної оцінки виробничого пилу визначають його кількість в одиниці об'єму повітря за масою (мг/м^3) або числом пилинок (в 1 см^3), дисперсний склад, морфологію пилових частинок, хімічний склад.

Пил може чинити токсичний, алергенний, фіброгенний, мутагенний та канцерогенний вплив на організм людини.

Специфічний вплив пилу проявляється під час вдихання пилу (менше значення має заковтування зі слиною та слизом). Вдихання пилу спричиняє переважне ураження органів дихання (бронхіт, пневмоконіоз) або розвиток загальних реакцій (інтоксикація, алергія), канцерогенез.

Неспецифічний вплив проявляється захворюваннями верхніх дихальних шляхів, слизової оболонки очей, шкірних покривів.

Характер впливу визначають фізичними властивостями, хімічним складом і просторовою структурою, розчинністю у середовищах організму, консистенцією, ступенем дисперсності, формою й характером країв пилинок та електричним зарядом.

Залежно від *хімічного складу* деякі види пилу мають виражену токсичність і можуть спричинити отруєння (наприклад, пил берилію, ванадію, свинцю та ін.).

Пил, який не має вираженої токсичності, може спричиняти хронічні неспецифічні захворювання легень, які виражаються продуктивною реакцією з розвитком сполучної тканини, – пневмоконіози, а також бронхіти, трахеїти, пневмонії, кон'юнктивіти пилової етіології.

Залежно від хімічного складу пилу розрізняють такі види *пневмоконіозів*: *силікоз* – спричинюється пилом, який містить SiO_2 у вільному стані; *силікатоз* – спричинюється силікатами мінералів, які містять SiO_2 у зв'язаному стані (азбестоз, талькоз, цементоз тощо); *антракоз* – розвивається під час вдихання

вугільного пилу; *пневмокониози від пилу, який не містить SiO_2* ні у вільному, ні у зв'язаному стані (алюмініоз, сидероз, станіоз та ін.); *пневмокониози від змішаного пилу* (силікоантракоз, силікоси-дероз тощо).

Дисперсність (розміри частинок) – впливає на тривалість їхньої затримки у повітряному середовищі (частинки 10-100 мкм – осідають швидко, частинки до 0,1 мкм практично не осідають і перебувають у броунівському русі) та на здатність проникати у глибокі відділи дихального тракту. *Вираженою фіброгенною дією* володіють аерозолі дезінтеграції (із частинками до 5 мкм та аерозолі конденсації з частинками до 0,3-0,4 мкм).

Форма частинок може бути сферичною, плоскою та неправильною. Під час утворення аерозолів конденсації частинки мають круглу або сферичну форму, аерозолів дезінтеграції – неправильну, плоску. Форма частинок впливає на стійкість аерозолу й поведінку в організмі. Частинки круглої форми легше проникають у легеневу тканину, краще фагоцитуються.

Профілактика пилової патології вміщує такі групи заходів:

- 1) *технологічні*: комплексна автоматизація та механізація технологічних операцій, дистанційне управління, заміна токсичних речовин на нетоксичні, гідровидобування вугілля, пневмотранспорт;
- 2) *архітектурно-планувальні*: ізоляція процесів зі значним пилоутворенням;
- 3) *санітарно-технічні*: загальнообмінна й місцева вентиляція, укриття обладнання (подрібнювальні машини, млини) з аспірацією повітря з-під укриття, гідрознепилювання (зволоження перед навантаженням, транспортуванням), видалення осілих пилових частинок, які є джерелом вторинного пилоутворення, унаслідок пневматичного та вологого прибирання;
- 4) *використання індивідуальних засобів захисту*: протипилові аспіратори (ШБ-1, «Лепесток»), скафандри й маски з подачею чистого повітря, окуляри закритого типу, індивідуальні захисні костюми;
- 5) *гігієнічне нормування пилу в повітрі робочої зони* (наприклад, ГДК SiO_2 у повітрі робочої зони 1-2 мг/м³);
- 6) *медичні заходи*: попередні та періодичні медичні огляди, раціональне харчування (білкова дієта, додають метіонін), підвищення резистентності організму (наприклад, ультрафіолетове опромінення з лужними інгаляціями гальмує розвиток склеротичних (фіброзних) процесів у легенях).

2.7 Мікроклімат приміщень

Мікроклімат – це гігієнічні умови, які впливають на теплообмін: температура, вологість, швидкість руху повітря та радіаційна температура (тобто середня температура навколишніх поверхонь або інтенсивність сонячного чи іншого випромінювання).

Теплообмін людини з навколишнім середовищем здійснюється завдяки процесам терморегуляції, які складаються з теплопродукції та тепловіддачі У звичайних умовах (за кімнатної температури 18°C) людина втрачає 85% тепла через шкіру і 15% на нагрівання їжі. Із 85% тепловитрат *випромінюванням* втрачається 45%; *шляхом проведення* – 30% (у т.ч. *конвекцією* – тобто через контакт тіла з повітрям, та *кондукцією* – через контакт із навколишніми

предметами); *випаровуванням* – 10%. Ці співвідношення значно змінюються відповідно до умов мікроклімату.

Втрата тепла випромінюванням залежить від різниці температур шкіри тіла людини і радіаційної. Якщо перша вища – відбувається віддача тепла і навпаки.

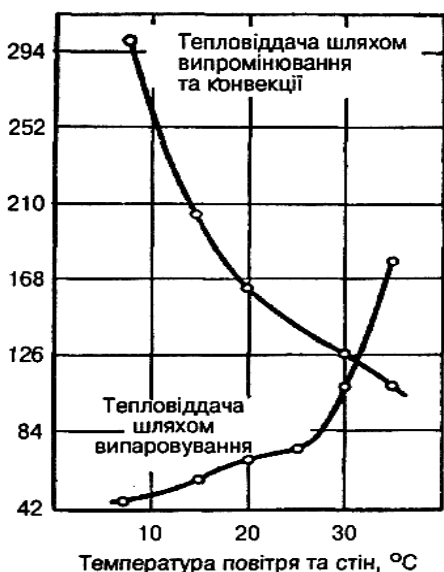


Рисунок 2.3 – Шляхи тепловіддачі організму за різної температури повітря

Температура, вологість і швидкість руху повітря не впливають на віддачу тепла випромінюванням. З підвищенням температури повітря і стін (навколишніх поверхонь) утрата тепла випромінюванням і конвекцією знижується, людина пітніє й різко збільшується тепловіддача випаровуванням (рис. 2.3). У всіх випадках вологість 50%, швидкість руху повітря 0,2 м/с, температура повітря дорівнює температурі стін.

Швидкість руху повітря впливає на віддачу тепла ; конвекцією та випаровуванням.

Отже, терморегуляція організму залежить від параметрів мікроклімату. Проте слід мати на увазі, що кожний з наведених чинників діє не окремо, а в комплексі з іншими.

В окремих випадках дія того чи того чинника може превалювати, але розглядати його слід не ізольовано від інших елементів, а в сукупності з ними.

Нормальна життєдіяльність і висока працездатність людини зберігаються тоді, коли тепла рівновага, тобто відповідність між продукцією тепла і його віддаванням у навколишнє середовище, досягається без напруження терморегуляції.

Залежно від впливу мікрокліматичних умов на процеси терморегуляції виділяють комфортний і дискомфортний мікроклімат.

Для *комфортного мікроклімату* характерними є ненапруженість механізмів терморегуляції; добре тепловідчуття; оптимальний функціональний стан ЦНС; висока фізична та розумова працездатність; стійкість організму до впливу шкідливих чинників навколишнього середовища.

Дискомфортний мікроклімат може бути нагрітним та охолодним. Для нього властиві: напруження процесів терморегуляції; погане самопочуття і тепловідчуття; погіршення умовно-рефлекторної діяльності й функції аналізаторів; зниження працездатності та якості праці; зниження стійкості організму до впливу шкідливих чинників навколишнього середовища.

Дискомфортний мікроклімат може стати причиною гострих та хронічних захворювань.

Мікроклімат у житловому приміщенні повинен забезпечувати сприятливі умови теплообміну легко одягненої людини, яка тривалий час знаходиться в положенні сидячи. Температура повітря в житловому приміщенні має бути $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, при оптимальній – 20°C – 22°C і мінімально допустимій – 18°C . У

спальнях температура повинна бути 16-18°C. Горизонтальні перепади температури не повинні перевищувати 2°C, вертикальні (на рівні, 0,1 та 1,5 м від підлоги), а також добові перепади не повинні перевищувати 3°C (вертикальні перепади температури 4°C знижують температуру шкіри ступні на 7-10°C і спричиняють у людини дискомфортний тепловий стан).

Відносна вологість повітря оптимальна на рівні 30-60%, швидкість руху повітря – 0,1-0,15 м/с.

Різниця між температурою внутрішньої поверхні зовнішньої стіни і температурного повітря у приміщенні не повинна перевищувати 2°C.

Для дотримання гігієнічних регламентів у приміщеннях застосовують опалювальні системи, кондиціонування повітря, вентиляції; усунення причин, які створюють дискомфортний мікроклімат.

Мікроклімат виробничих приміщень — це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працівників із навколишнім середовищем шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури навколишніх поверхонь та інтенсивності теплового (інфрачервоного) випромінювання [13].

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які у процесі тривалого та систематичного впливу на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які за тривалого та систематичного впливу на людину можуть спричинити зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються, та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Залежно від виробничих умов у приміщеннях можуть переважати або окремі елементи мікроклімату, або їхній комплекс, які впливають на теплообмін людини.

Універсальним профілактичним заходом під час дії дискомфортного мікроклімату (нагрітого й охолодженого) є гігієнічне нормування параметрів мікроклімату.

Нормування параметрів мікроклімату на виробництві здійснюють згідно із «Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99 [14] за оптимальними величинами та допустимими величинами у робочій зоні виробничих приміщень.

У кабінах, пультах управління, залах обчислювальної техніки та в інших приміщеннях під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних із нервово-емоційним напруженням, повинні бути оптимальні величини мікроклімату: температура повітря 22-24°C, відносна вологість 40-60%,

швидкість руху повітря – до 0,1 м/с. Температура навколишніх поверхонь не має відрізнятися від оптимальних величин мікроклімату більш ніж на 2°C.

У тих випадках, коли на робочих місцях неможна забезпечити оптимальні величини мікроклімату, встановлюють допустимі параметри мікроклімату.

Вертикальний перепад температури повітря не повинен перевищувати 3°C. Температура навколишніх поверхонь не має виходити за межі допустимих величин температури повітря для даної категорії робіт.

Інтенсивність теплового випромінювання нормується до 35 Вт/м² (при опроміненні 50% поверхні тіла та більше), 70 Вт/м² (при опроміненні 25-50% поверхні тіла), 100 Вт/м² (при опроміненні менше 25% поверхні тіла працюючих).

2.7.1 Опалення приміщень

Гігієнічне значення опалення житла полягає в створенні температурних умов, найближчих до оптимальних, які дають можливість урівноважити теплові втрати організму в холодний період року.

Системи опалення поділяють на місцеву (пічну) та центральну. У першому випадку спалювання палива відбувається в нагрівальному приладі, у другому – за його межами або за межами житлових приміщень.

Вимоги до опалення: рівномірний нагрів повітря у межах нормативних температур; виключення забруднення повітря приміщень газами від пилу, що підгорає на опалювальних приладах за температури вище 85°C; безпека щодо проникнення чадного газу; можливість автоматичного, централізованого або індивідуального регулювання ступеня нагріву; необтяжливий догляд за опалювальними приладами; відповідність приладів естетичним вимогам; пожежна безпека. Усього цього можна досягнути в більшій мірі при центральному опаленні й у меншій – при місцевому.

Недоліки пічного опалення: труднощі доставки палива і його спалювання; нерівномірність нагріву протягом доби; неможливість регулювання ступеня нагріву. Усіх цих недоліків немає під час використання систем центрального опалення.

Систему опалення, залежно від теплоносія (води, пари, повітря), поділяють на: центральну водяну, парову, повітряну, панельно-променеву та інші (електрична, газова).

Водяне опалення застосовують найчастіше внаслідок значних переваг. Зокрема, від одного генератора нагріта вода може бути подана у квартири будь-яких розмірів (рис. 2.4), у групу будинків, мікрорайон чи все місто. Ступінь нагріву води у генераторі легко регулювати. Це ж стосується і нагрівальних приладів – радіаторів. Дана система опалення дає можливість підтримувати рівномірну температуру приладів, незалежно від тривалості обігріву. Температура нагрівальних приладів згідно з БНіП И-33-75 допускається: для житлових приміщень – 95°C, для аптек – 85°C.

Парове опалення – характеризується високою температурою нагрівальних приладів – від 100 до 150°C. Перевага парового опалення у тому, що капітальні затрати на будівництво на 30-40% нижчі, ніж при інших системах опалення; можливе швидке нагрівання та швидке охолодження приладів, що знаходить

застосування у великих приміщеннях, де експлуатація потребує короточасного нагрівання, а потім – виключення системи (наприклад, у театрах, на підприємствах тощо). Проте ця система опалення має і суттєві недоліки: можливість опіків унаслідок високої температури приладів; інтенсивне пригоряння пилу з наступним виділенням у повітряне середовище токсичних речовин; температуру нагрівання в котлах не можна змінювати залежно від температури зовнішнього повітря (зміни погодно-кліматичних умов). Парове опалення з гігієнічних міркувань заборонене для влаштування в житлових приміщеннях, лікарнях, школах і дитячих закладах.

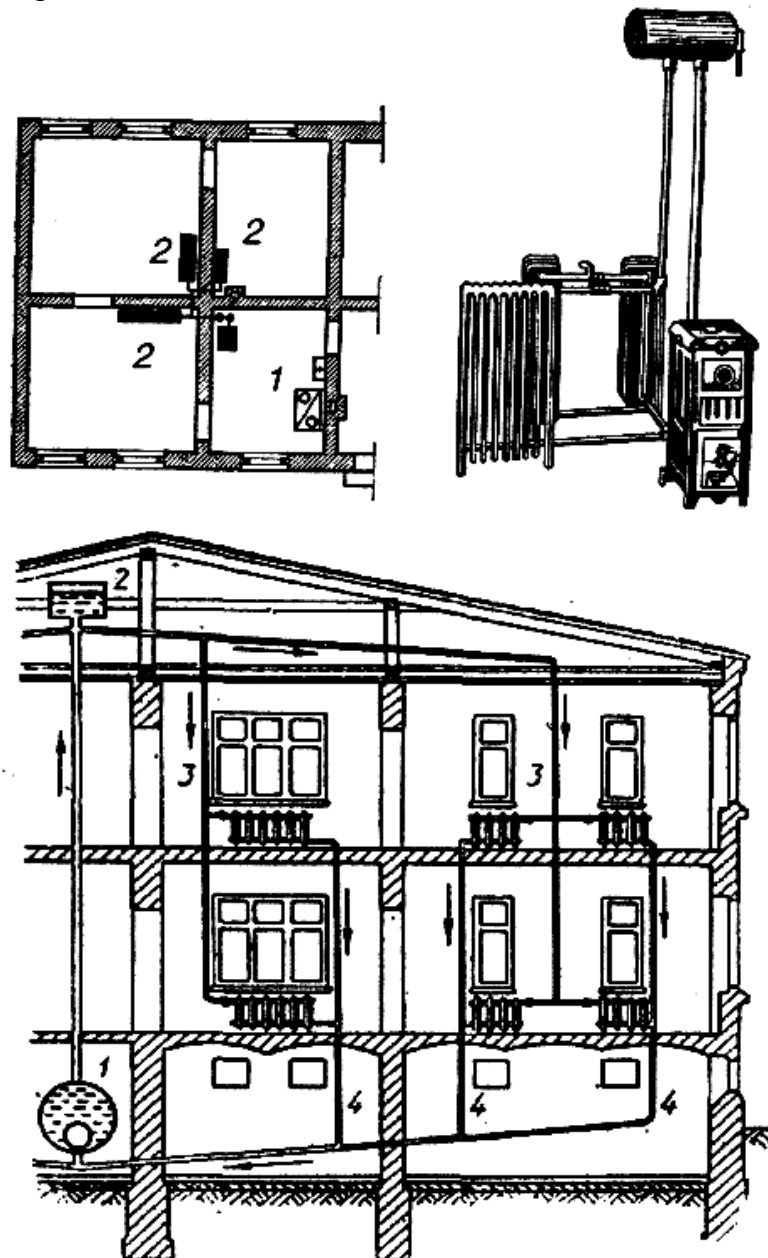


Рисунок 2.4 – Схема центрального водяного опалення житлового будинку:
1 – котел для нагрівання води; 2 – розширювальний резервуар; 3 – труби для подачі теплої води у радіатори; 4 – труби для відведення охолодженої води в нагрівальний котел

Повітряне опалення – засноване на підігріванні повітря у калорифері, розташованому в підвалі будинку, яке потім каналами поступає в опалювані приміщення. Отвори подачі повітря розташовані під стелею, а для видалення – у нижній частині протилежної стіни. Температура повітря, яке подається – до 50°C. Головні переваги – економічні. При цьому знижуються затрати на будівництво (немає нагрівальних приладів та труб). Основні недоліки – це скарги мешканців на сухість повітря (відносна вологість 30%), на відчуття пилу в повітрі. Цей вид опалення переважно застосовують там, де потрібне швидке прогрівання, а потім виключення системи – театр, виробничі приміщення.

Панельно-променеве опалення. Воно застосоване на прокладенні труб опалення або каналів у стінах, стелі або підлозі, унаслідок чого нагріваються їхні поверхні. При цьому тепло поширюється майже повністю за рахунок випромінювання (рис. 2.5). У якості теплоносія використовують воду, повітря і рідше пару, яка не придатна для житлових приміщень.



Рисунок 2.5 – Схема обладнання панельно-променевого опалення у стінах

Ця система опалення має значні переваги. Внаслідок великої площі нагрітих поверхонь втрата тепла випромінюванням із поверхні тіла помітно знижується. Тому відчуття комфорту, яке настає за температури 20°C, може бути досягнуте за температури 17-18°C.

Панельно-променеве опалення найоптимальніше з гігієнічної точки зору: відсутні вертикальні перепади температури повітря, немає підгоряння пилу тощо.

Температура панелей у стінах повинна становити 38-45°C, підлоги – 24-26°C, стелі – 27-28°C.

Конструкція променевого опалення може бути використана в умовах жаркого клімату для охолодження житла, коли по трубах пропускають охолоджену воду.

Контрольні запитання



1. Які фізичні чинники погіршують умови праці та побуту населення в містах?
2. Розкрийте гігієнічну оцінку шуму.
3. Класифікація шуму.
4. Розкрийте гігієнічну оцінку вібрації.
5. Охарактеризуйте заходи з профілактики впливу шуму та вібрації на виробництві.
6. Розкрийте гігієнічну оцінку електромагнітного поля.
7. Охарактеризуйте заходи з профілактики впливу електромагнітного поля.

8. Розкрийте гігієнічну оцінку виробничого пилу.
9. Охарактеризуйте заходи з профілактики впливу виробничого пилу.
10. Дайте визначення поняття "мікроклімат приміщень".
11. Назвіть види мікроклімату приміщень.
12. Які чинники впливають на тепловіддачу організмом тепла?
13. Які групи заходів використовують для профілактики несприятливого впливу мікроклімату?
14. Яким вимогам повинні відповідати системи опалення приміщень?
15. Охарактеризуйте місцеву систему опалення приміщень.
16. Які є види центральної системи опалення приміщень? Їх переваги та недоліки.

ТЕМА 3 Гігієнічні вимоги до якості питної води

3.1 Значення води в життєдіяльності людини

Вода, як повітря та їжа, є тим елементом зовнішнього середовища, без якого неможливе життя людини. Це пояснюється тим, що тіло людини складається в середньому на 65-75% із води. В організм вона надходить із питвом і харчовими продуктами, деяка кількість утворюється в самому організмі внаслідок окислення їжі.

У фізико-хімічному відношенні природна вода є складною дисперсною системою, в якій дисперсним середовищем виступає вода, а дисперсною фазою – різні мінеральні солі, колоїди, гази, органічні речовини, живі організми. Донедавна вважали, що вода – це проста хімічна сполука, формула якої H_2O . Дослідження останнього часу показали, що вода має складнішу будову.

Проблеми гігієни водопостачання стосуються інтересів багатьох людей, оскільки воді відведено значну роль у життєдіяльності людини. Вона має важливе *фізіологічне значення* (участь у процесах обміну, терморегуляції), *гігієнічне значення* (умивання, приймання душу, прання, підтримання чистоти житла тощо), *бальнеологічне значення* (широко використовується для гідротерапії – грязі, ванни, душі), *лікувально-оздоровче значення* (загартування, фізкультурні та спортивні заходи), *епідеміологічне значення* (із водним чинником пов'язано багато інфекційних захворювань).

Воду використовують для *гігієни міста, гігієни підприємств, поливного сільського господарства, гігієни лікувально-профілактичних закладів тощо*.

3.2 Джерела та системи водопостачання

Джерела господарсько-питного водопостачання населення поділяють на поверхневі та підземні.

3.2.1 Поверхневі джерела

До поверхневих джерел відносять озера, річки, водосховища, канали, ставки. Якість води залежить від походження: талі, дощові, снігові, льодовикові, болотні, джерельні.

Порівняно з підземними водами для поверхневих джерел характерні велика кількість завислих речовин, низька прозорість, підвищена кольоровість за рахунок гумінових речовин, що вимиваються з ґрунту, вищий вміст органічних сполук, наявність автохтонної мікрофлори, наявність у воді розчиненого кисню. Здебільшого поверхневі води слабо або мало мінералізовані, м'які або помірно жорсткі. В той же час у непроточних озерах і водоймах концентрація солей у воді може бути підвищеною внаслідок випаровування. Крім того, висока мінералізація і жорсткість характерні для водойм, що протікають по солончакових ґрунтах. Хімічний склад води поверхневих водойм різноманітний. Сухий залишок головним чином представлений іонами: Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Співвідношення цих іонів між собою у воді різних водойм вельми коливається. Поверхневі водойми здебільшого мають дуже низький вміст мікроелементів, хоча в межах природних біогеохімічних провінцій можливі значні їхні концентрації. Для відкритих водойм характерною є непостійність якості води, яка може змінюватися залежно від сезону року і навіть погоди. Так, під час злив або танення снігу змиваються у водойму завислі частинки, гумінові речовини, залишки шкідливих хімічних речовин із сільськогосподарських полів, рештки твердих побутових та промислових відходів тощо. З атмосферними опадами, таненням снігу пов'язані значні коливання кількості води у поверхневих водоймах. У проточних водоймах витрати її значно збільшуються навесні під час повені, тоді як улітку, особливо в спеку та засуху, зменшуються.

Відкриті водойми легко забруднюються ззовні. У природних умовах спостерігається певне забруднення завислими частинками, гуміновими речовинами, рештками рослин, що вимиваються поверхневим стоком з ґрунту, продуктами життєдіяльності тварин і птахів, риб і водоростей. Тому, з епідеміологічної точки зору, відкриті водойми потенційно небезпечні.

Основним джерелом забруднення є стічні води, що утворюються внаслідок використання води в побуті, на промислових підприємствах, тваринницьких та птахівницьких комплексах тощо. Особливо небезпечне спускання у водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Частково забруднення водойм відбувається поверхневим стоком: дощовими, зливовими водами, водами, що утворюються під час танення снігів. І стічні води, і поверхневий стік додають у водойми значну кількість завислих речовин та органічних сполук, унаслідок чого підвищується кольоровість, знижується прозорість, збільшуються окиснюваність і БПК води, зменшується кількість розчиненого кисню, підвищуються концентрації азотовмісних речовин і хлоридів, посилюється бактеріальне обсіменіння. З промисловими стічними водами та стоком із сільськогосподарських ланів у водойми надходять токсичні хімічні речовини.

Крім цього, вода відкритих водойм може забруднюватися внаслідок використання водойми для транспортних (пасажирське та вантажне пароплавство, лісосплав) цілей, під час роботи в руслах річок (наприклад, видобутку річкового піску), водопою тварин, проведення спортивних змагань,

відпочинку населення.

Однак, хоч якими б значними були рівні природного забруднення, водойми їм протистоять, намагаються позбутися шкідливих речовин, і зрештою справляються з цим. Процес очищення води від забруднень природним шляхом називається самоочищенням водойм.

Самоочищення відкритих водойм відбувається під впливом різноманітних чинників, що діють одночасно в різних комбінаціях. Такими чинниками є: а) гідравлічні (змішування і розбавлення забруднень водою водойми); б) механічні (осадження завислих частинок); в) фізичні (вплив сонячної радіації і температури); г) біологічні (процеси взаємодії водних рослинних організмів із організмами стоків, що потрапили до водойми); д) хімічні (руйнування забруднювачів шляхом гідролізу); е) біохімічні (перетворення одних речовин на інші за рахунок мікробіологічної деструкції, мінералізація органічних речовин унаслідок біохімічного окиснення водною автохтонною мікрофлорою). Самоочищення від патогенних мікроорганізмів відбувається за рахунок їхньої загибелі внаслідок антагоністичного впливу водних організмів, дії антибіотичних речовин, бактеріофагів тощо.

У разі забруднення водойм побутовими і промисловими стічними водами процеси самоочищення можуть бути загальмовані або пригнічені. Вплив стічних вод на водойми залежить від їхнього характеру. Побутові стічні води, що утворюються внаслідок господарсько-побутової діяльності людини, небезпечні в епідеміологічному плані. Промислові стічні води можуть додавати у водойми значну кількість різноманітних хімічних речовин. Одні з них впливають на органолептичні властивості води, надаючи неприємного присмаку, запаху, вигляду (хлорбензол, дихлоретан, стирол, нафта і т. ін.), інші токсично діють на організм людини і тварин (миш'як, кадмій, ціаніди тощо). Ще інші порушують біологічні та хімічні процеси у водоймі, сповільнюючи або зовсім зупиняючи самоочищення (ацетон, метанол, етиленгліколь і т. ін.). Іноді одна і та сама речовина може токсично діяти й одночасно негативно впливати на самоочищення водойм або погіршувати органолептичні властивості води (сполуки свинцю, міді, цинку, ртуті і т. ін.).

3.2.2 Підземні джерела

Підземні води утворюються внаслідок фільтрації атмосферних опадів через ґрунтовий шар. Вони поділяються на верховодку, ґрунтові, джерельні міжпластові безнапірні та напірні, або артезіанські, берегові інфільтраційні води (рис. 3.1).

Верховодка – верхній шар води під ґрунтом у місцях утворення лінз (водотривких порід). Залягають поверхнево, склад повністю залежить від атмосферних опадів, ґрунту, забруднені, непридатні для водоспоживання.

Ґрунтові води розміщуються на першому від поверхні водотривкому пласті. Глибина залягання від 2 до 40–50 м. Використовують як джерело водопостачання у сільській місцевості – колодязна вода. Ґрунтові води (їхній дебіт, хімічний склад, бактеріальний склад) повністю залежать від кількості атмосферних опадів.

У процесі фільтрації через шар ґрунту вода очищується від органічного й бактеріального забруднення, але не відкидають можливість забруднення води під час інфільтрації через ґрунт, що небезпечно в епідемічному відношенні.

Міжпластові води знаходяться між двома водотривкими пластами (ложе й покрівля). Вони бувають *напірними (артезіанськими) та безнапірними*. Характеризуються постійним сольовим складом, низькою температурою (5–12°C), чисті, безколірні, прозорі, без смаку й запаху, не містять мікроорганізмів. Міжпластові води мають перевагу як джерело водопостачання, бо захищені від забруднення, мають постійний хімічний склад, достатньо великий дебіт і можуть використовуватися без попередньої обробки.

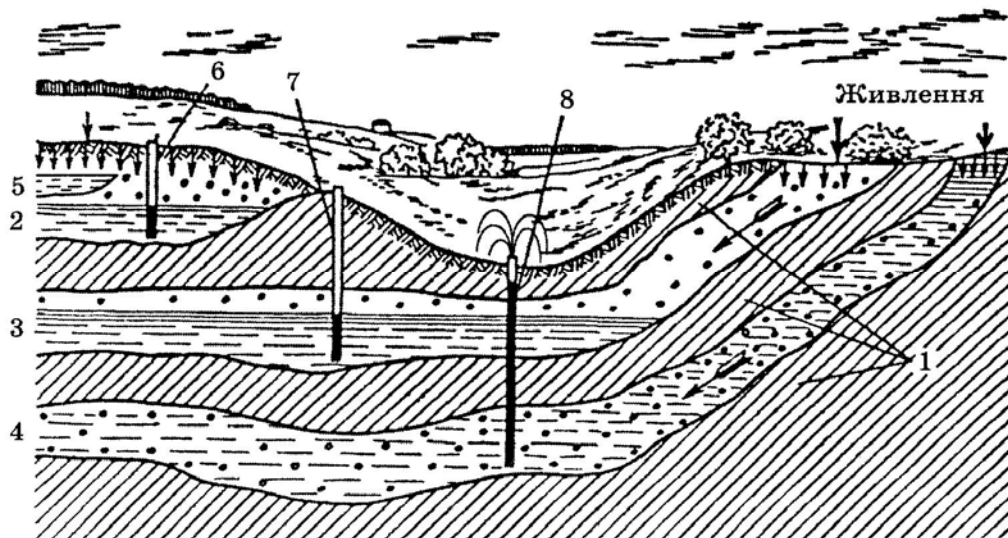


Рисунок 3.1 – Загальна схема залягання підземних вод:

1 – водотривкі шари; 2 – водоносний горизонт ґрунтових вод; 3 – водоносний горизонт між пластових безнапірних вод; 4 – водоносний горизонт між пластових напірних вод (артезіанських); 5 – колодязь, який живиться ґрунтовою водою; 6 – колодязь, який живиться міжпластовою безнапірною водою; 7 – колодязь, який живиться міжпластовою напірною (артезіанською) водою

3.2.3 Системи водопостачання

Водопостачання поділяють на децентралізоване (місцеве) та централізоване.

Децентралізоване (місцеве) водопостачання – це коли населення бере воду безпосередньо з джерела водопостачання, без мережі труб. Найчастіше у якості джерела водопостачання в таких випадках використовують ґрунтові води, а водозаборами є шахтні й трубчасті колодязі або каптажі джерел.

Шахтний колодязь – вирита в землі вертикальна шахта, нижня частина якої врізається у горизонт ґрунтових вод, а стінки облаштовані водонепроникним кріпленням – бетонними кільцями або дерев'яним цямринням (рис. 3.2). Верхню частину кріплення виводять на висоту 1 м над поверхнею землі й обладнують кришкою. Навколо на глибину 1–1,5 м цямриння влаштовують глиняний «замок» завширшки 1 м. На поверхні землі навколо зрубу роблять асфальтове або бетонне вимощення для стоку води. У радіусі 3–5 м з метою обмеження під'їзду транспорту ставлять огорожу. На дно колодязя насипають шар гравію завтовшки близько 30 см. Площа зрізу шахти колодязя становить 1 м², глибина не перевищує 10–20 м.

Місце для будівництва колодязя повинно розміщуватися за напрямом ґрунтового потоку вище джерел забруднення та бути дещо підвищеним для вільного стоку атмосферних опадів від колодязя.

Колодязі мають знаходитися на відстані не менше 30 м від вигрібних вбиралень, збірників для рідких відходів (за наявності пухкого дрібнозернистого ґрунту – 80-100 м). Радіус користування колодязем не повинен перевищувати 150 м.

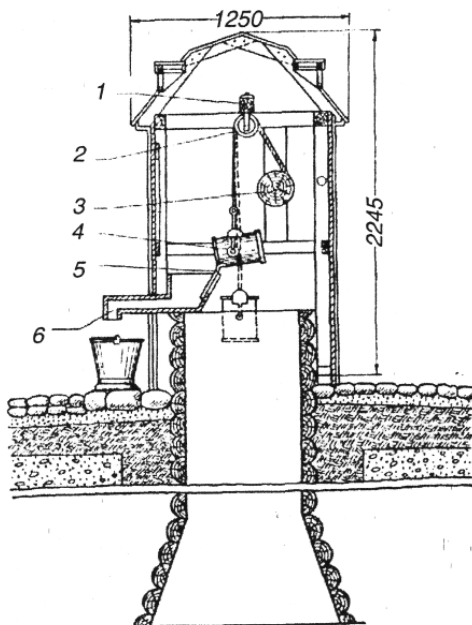


Рисунок 3.2 – Колодязь закритого типу з відром, яке перекидається автоматично:

1 – брусок; 2 – блок; 3 – валик; 4 – відро; 5 – гачок; 6 – корито зі зливною трубою

Найліпшим засобом підйому води з колодязя є насос. При неможливості – обладнують іншими підйомниками із закріпленням на ньому спільним відром.

Користування індивідуальними відрами не допускається, бо з цим пов'язана небезпека забруднення й зараження води в колодязі.

*Каптаж*ем називають спеціальну споруду для збору води, що витікає із джерела (рис. 3.3). Влаштовують її так само, як і колодязь (водонепроникне кріплення, «замок», закривається зверху). На певному рівні у стінці каптажу влаштовують переливну трубу, по якій вода постійно витікає і її можна розбирати відрами. Не допускається безпосередній забір води (та використання для водопоя тварин) із каптажу.

Трубчасті колодязі – живляться як ґрунтовими водами (мілкотрубчасті – завглибшки 7–8 м), так і артезіанськими (до 1000 м – глибокотрубчасті). Ці колодязі побудовані у вигляді свердловини діаметром до 0,6 м, в яку забивають металеві кільця. Підйом води здійснюють насосами (ручними або механічними). Такі колодязі часто влаштовують на комунальних водогоних місцях, а також для водопостачання колгоспів, окремих підприємств.

Централізоване водопостачання здійснюють за допомогою водогону. Кожний водогін складається з головних споруд і водогінної мережі до місць споживання води.

Головні споруди водогону, що живиться водою з відкритих водойм (рис. 3.4): водойма, забірні труби і береговий колодязь, насосна станція першого підйому, очисні споруди, резервуари чистої води, насосна станція другого підйому, трубопровід, водонапірна башта.

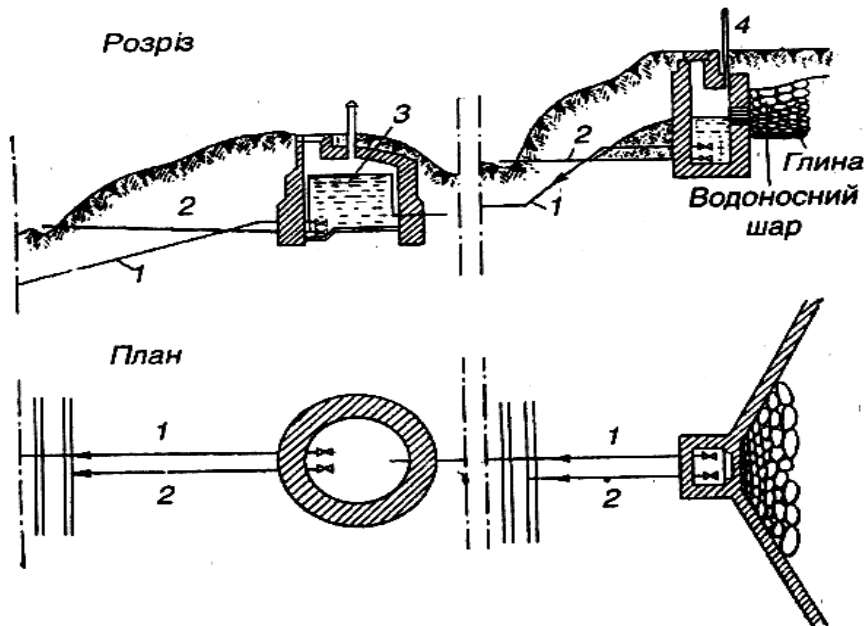


Рисунок 3.3 – Каптаж джерела:

1 – водовід; 2 – випуск; 3 – збірний резервуар; 4 – каптаж

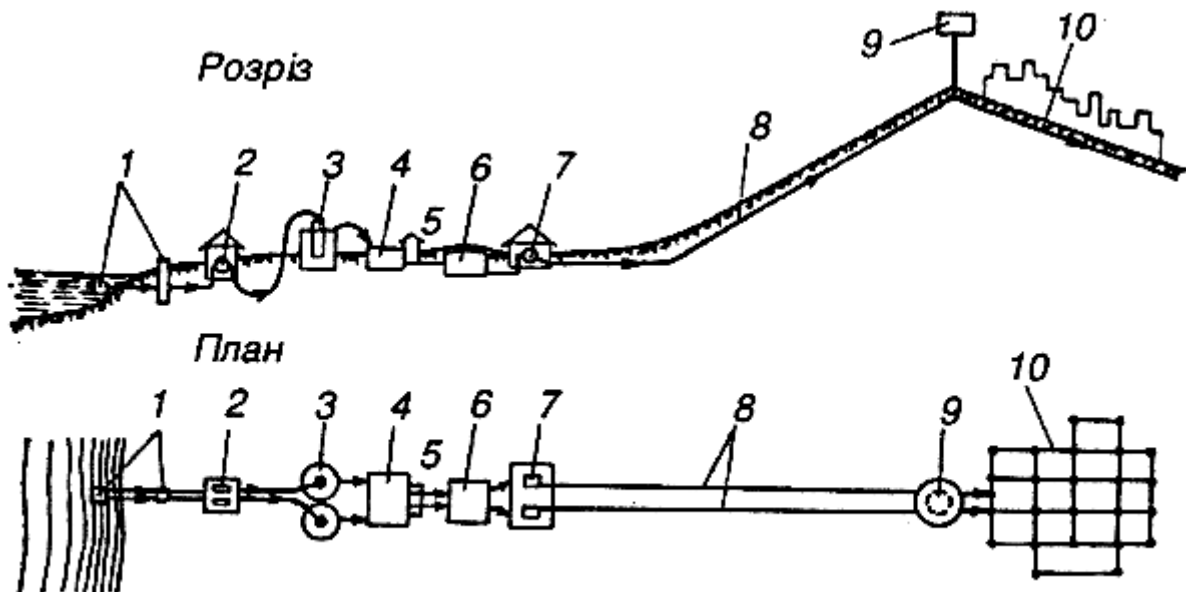


Рисунок 3.4 – Схема водогону при заборі води з ріки:

1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підйому; 3 – відстійники (із коагуляцією); 4 – фільтри; 5 – хлораторна; 6 – резервуари чистої води; 7 – насосна станція другого підйому; 8 – водоводи; 9 – в водогінна станція; 10 – розподільна водогінна мережа

З башти вода подається у водогінну мережу. Водогінна розподільна мережа за конфігурацією може бути кільцевою або тупиковою.

З гігієнічної точки зору оптимальною є кільцева постійна циркуляція, коли немає застою. У якості матеріалу для водогінних труб найчастіше всього використовують чавун, сталь, залізо, бетон. Глибина закладання труб від поверхні землі 1,5–3,5 м, залежно від кліматичного поясу.

Організація будь-якої системи централізованого водопостачання повинна включати 3 складові: вибір джерела, організацію зон санітарної охорони, заходи з очищення та знезараження води.

Зони санітарної охорони призначені для захисту джерела водопостачання та водозабірних споруд від забруднень.

I зона – зона суворого режиму – забезпечує захист місця водозабору та водозабірних споруд від забруднення та пошкодження. Для проточних водойм її межі повинні бути вгору за течією до 200 м, вниз – до 100 м, завширшки – 100 м. Для міжпластових ненапірних вод радіус I поясу – 50 м, для напірних – 30 м. Територію I поясу слід огородити. На ній не допускається будівництво, заборонена будь-яка діяльність (риболовля, купання, прання, катання на човнах) і присутність людей.

II зона – зона обмеження. Розмір II поясу – 30-60 км для річок середньої і великої потужності, на малих – уся територія басейну (нижче за течією до 250 м від водозабору). Для непроточних водойм – 3-5 км залежно від умов у всі сторони. Заходи у II і III зонах спрямовані на регулювання всіх видів діяльності, будівництва, в основу якого покладено зменшення кількості населення, обмеження використання для побутових цілей, технологічних процесів.

III зона – зона спостереження. У цій зоні ведуть копітку протиепідемічну роботу щодо профілактики захворювань, які передаються водним шляхом, а також нагляд за будівництвом промислових „ підприємств, котрі скидають стоки. Для малих річок зона охоплює весь басейн.

3.3 Гігієнічне нормування якості питної води

Вода, яку використовує населення з різною метою, має відповідати певним гігієнічним вимогам. Перший у Європі стандарт якості питної води прийнятий у СРСР в 1937 р., він мав назву «Тимчасовий стандарт якості водопровідної води». До 2000 р. якість води визначали за нормативом ДСТ 2874-82 «Вода для пиття. Гігієнічні вимоги й контроль якості».

З 2000 р. уведено в дію *Державні санітарні правила й норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (ДСанПІН) № 383-96.* А з 2010 р. в Україні введені *Державні санітарні правила й норми "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)* [1]. Санітарні норми встановлюють вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, а також правила виробничого контролю та державного санітарно-епідеміологічного нагляду у сфері питного водопостачання населення. Вимоги Санітарних норм не поширюються на води мінеральні лікувальні, лікувально-столові, природні столові. Державний нагляд

за виконанням вимог Санітарних норм здійснює державна санітарно-епідеміологічна служба згідно з санітарним законодавством.

Якість води має відповідати таким вимогам:

- бути безпечною в епідемічному відношенні;
- бути нешкідливою за хімічним складом і фізіологічно повноцінною;
- бути радіаційно безпечною;
- мати сприятливі органолептичні властивості.

Санітарними нормами й правилами передбачені кілька груп показників.

Це мікробіологічні, паразитологічні, хімічні, радіаційні, органолептичні, показники фізіологічної повноцінності.

3.3.1 Мікробіологічні та паразитологічні показники

Мікробіологічні показники – показники безпеки питної води, які виключають наявність у ній бактерій, вірусів та інших біологічних включень, небезпечних для здоров'я споживачів.

Мікробіологічні показники безпеки питної води:

- 1) число бактерій в 1 см³ води – до 100 КУО/см³ води (КУО – колонієутворювальні одиниці – мікроорганізми);
- 2) число бактерій групи кишкових паличок в 1 дм³ води – до 3 КУО/дм³ води; число термостабільних кишкових паличок (фекальних коліформ) у 100 см³ – не повинно бути КУО у 100 см³ води;
- 3) число патогенних мікроорганізмів в 1 дм³ води – не повинно бути КУО в 1 дм³ води;
- 4) число коліфагів в 1 дм³ води – не повинно бути БУО в 1 дм³ води (БУО – бляшкоутворювальні одиниці).

Наявність термостабільних кишкових паличок свідчить про свіже фекальне забруднення води у водогінній мережі.

Коліфагів відносять до індикаторних показників, що характеризують забруднення води вірусами – збудниками гострих кишкових інфекцій. При виявленні у питній воді коліфагів слід визначати ентеровіруси, отавіруси, аденовіруси й віруси гепатиту А в 10 дм³ води. Така ситуація є епідемічно небезпечною і потребує проведення спеціальних заходів на спорудах водогону.

Непрямі показники ефективності очищення води від вірусів на спорудах водопроводу: каламутність води до 0,5 мг/дм³; концентрація залишкового алюмінію до 0,2 мг/дм³; кольоровість до 20°; рН – 6,8-7,0.

Зростання числа бактерій у 1 см³ води – загальне мікробне число (ЗМЧ), свідчить про епідемічну небезпеку (органічне забруднення тваринного походження, попадання до питної води інших забруднених вод, неефективне знезараження).

Зростання числа колоній за температури 37°C ±0,5°C свідчить про забруднення води антропогенною флорою, за температури 22°C±0,5°C – про погіршення санітарного-гігієнічного стану водогінних споруд.

Паразитологічні показники. У зв'язку із захворюваністю населення паразитарними захворюваннями, пов'язаними з водним чинником, уведено нову групу показників – паразитологічні.

Паразитологічні показники безпеки питної води такі:

- число *патогенних кишкових найпростіших (клітини, цисти)* – цілковита відсутність у 25 дм³ води;
- число *кишкових гельмінтів (клітини, яйця, личинки)* – цілковита відсутність у 25 дм³ води.

3.3.2 Токсикологічні показники

Токсикологічні показники характеризують наявність у воді небезпечних для здоров'я хімічних речовин (компонентів), що зустрічаються у природних водах і з'являються внаслідок забруднення джерела у процесі обробки води. За токсикологічними показниками вода повинна відповідати таким вимогам (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Санітарно-токсикологічні показники безпеки та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
а) неорганічні компоненти					
1.	Алюміній	мг/дм ³	≤ 0,20 (0,50)	не визнач.	≤ 0,1
2.	Амоній	мг/дм ³	≤ 0,5 (2,6)	≤ 2,6	≤ 0,1 (0,5)
3.	Діоксид хлору	мг/дм ³	≤ 0,1	не визнач.	не визнач.
4.	Кадмій	мг/дм ³	≤ 0,001	не визнач.	≤ 0,001
5.	Кремній	мг/дм ³	≤ 10	не визнач.	≤ 10
6.	Миш'як	мг/дм ³	≤ 0,01	не визнач.	≤ 0,01
7.	Молібден	мг/дм ³	≤ 0,07	не визнач.	≤ 0,07
8.	Натрій	мг/дм ³	≤ 200	не визнач.	≤ 200
9.	Нітрати (по NO ₃)	мг/дм ³	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10 (50)
10.	Нітрити	мг/дм ³	≤ 0,5 (0,1)	≤ 3,3	≤ 0,5 (0,1)
11.	Озон залишковий	мг/дм ³	0,1 - 0,3	не визнач.	не визнач.
12.	Ртуть	мг/дм ³	≤ 0,0005	не визнач.	≤ 0,0005
13.	Свинець	мг/дм ³	≤ 0,010	не визнач.	≤ 0,010
14.	Срібло	мг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 0,025
15.	Фториди	мг/дм ³	для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,56 для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5
16.	Хлорити	мг/дм ³	≤ 0,2	не визнач.	не визнач.
б) органічні компоненти					
17.	Поліакриламід залишковий	мг/дм ³	≤ 2,0	не визнач.	< 0,2

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
18.	Формальдегід	мг/дм ³	≤ 0,05	не визнач.	≤ 0,05
19.	Хлороформ	мкг/дм ³	≤ 60	не визнач.	≤ 6
в) інтегральний показник					
20.	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0 (5,0)

При виявленні в питній воді декількох хімічних речовин, що відносяться до 1-го і 2-го класів небезпеки і нормованих за санітарно-токсикологічній ознаці шкідливості, сума відношень виявлених концентрацій кожного з них у воді до величини його ГДК не має бути більше 1. Розрахунок ведеться за формулою:

$$\frac{C_{\text{факт.}}^1}{C_{\text{доп.}}^1} + \frac{C_{\text{факт.}}^2}{C_{\text{доп.}}^2} + \dots + \frac{C_{\text{факт.}}^n}{C_{\text{доп.}}^n} < 1, \quad (3.1)$$

де C_1, C_2, C_n – концентрації індивідуальних хімічних речовин 1-го і 2-го класів небезпеки;

факт. – фактична; *доп.* – допустима.

Вода не повинна містити такі токсичні компоненти, як ртуть, талій, кадмій, нітроти, ціаніди, хлор, дихлоретилен.

У воді виявлено до 65 мікроелементів. Біологічне значення для тварин і рослин мають 20 мікроелементів, у фізіології людини відома роль тільки деяких із них. Зміна вмісту деяких мікроелементів у воді (фтор, йод, стронцій, селен, мідь, залізо, кобальт тощо) може призвести до виникнення геохімічних ендемій (наприклад, при концентрації фтору понад 1,5 мг/дм³ – флюороз; до 0,5 мг/дм³ – карієс).

Виражені токсичні властивості мають нітрати. Починаючи з 1945 р., у деяких економічно розвинених країнах описані специфічні прояви захворювання дітей раннього грудного віку (диспепсичні явища, різка задишка, тахікардія, ціаноз), які перебували на штучному вигодовуванні з використанням води з підвищеним вмістом нітратів. У кишках нітрати відновлюються до нітритів, а всмоктування нітритів призводить до підвищення метгемоглобіну в крові (*водно-нітратна метгемоглобінемія*).

3.3.3 Органолептичні та фізико хімічні показники

Органолептичні та фізико хімічні показники якості питної води наведено в таблиці 3.2.

Хлориди й сульфати складають головну частину сольового складу води – сухого залишку. Природні води містять різну кількість хімічних речовин: прісна вода до 1000 мг/дм³ (питна), солонувата – 1500-2000 мг/дм³, солоня – до 5000 мг/дм³ (гіркуватий присмак). Людина отримує з водою від 1,5 до 10 г/добу солей, з їжею – до 90 г (20 г – тваринні, 70 г – рослинні). Споживання великої кількості солей є одним із чинників виникнення артеріальної гіпертензії. Вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунка, порушує водно-сольову рівновагу біохімічних і метаболічних процесів.

Жорсткість обумовлює в основному вміст бікарбонатів, солей калію й магнію та 12 інших елементів. Якщо загальна жорсткість до 7 мг-екв/дм³ – вода помірно жорстка, понад 7 мг-екв/дм³ – вода жорстка. Під час використання жорсткої води утворюється накип у трубах, котлах, навіть кранах.

Вода не повинна містити інші компоненти, які спроможні змінювати її органолептичні властивості – цинк, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, феноли тощо.

Таблиця 3.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники безпечності та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
1. Органолептичні показники					
1.	Запах: при t 20° С при t 60° С	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 (2) ≤ 1 (2)
2.	Забарвленість	градуси	≤ 20 (35)	≤ 35	≤ 10 (20)
3.	Каламутність	нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	≤ 1,0 (3,5) ≤ 2,6 (3,5) - для підземного вододжерела	≤ 3,5	≤ 0,5 (1,0)
4.	Смак та присмак	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0 (2)
2. Фізико-хімічні показники					
а) неорганічні компоненти					
5.	Водневий показник	одиниці рН	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5 (≥ 4,5)
6.	Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2-0,3 – для слабогазованої; 0,31-0,4 – для середньогазованої; 0,41-0,6 – для сильногазованої
7.	Залізо загальне	мг/дм ³	≤ 0,2 (1,0)	≤ 1,0	≤ 0,2
8.	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤ 7,0 (10,0)	≤ 10,0	≤ 7,0
9.	Загальна лужність	ммоль/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 6,5

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
10.	Йод	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 50
11.	Кальцій	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 130
12.	Магній	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 80
13.	Марганець	мг/дм ³	≤ 0,05 (0,5)	≤ 0,5	≤ 0,05
14.	Мідь	мг/дм ³	≤ 1,0	не визнач.	≤ 1,0
15.	Поліфосфати (за PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	≤ 3,5	не визначається	≤ 0,6 (3,5)
16.	Сульфати	мг/дм ³	≤ 250 (500)	≤ 500	≤ 250
17.	Сухий залишок	мг/дм ³	≤ 1000 (1500) ¹	≤ 1500	≤ 1000
18.	Хлор залишковий вільний	мг/дм ³	≤ 0,5	≤ 0,5	< 0,05
19.	Хлориди	мг/дм ³	≤ 250 (350)	≤ 350	≤ 250
20.	Цинк	мг/дм ³	≤ 1,0	не визначається	≤ 1,0
б) органічні компоненти					
21.	Хлор залишк. зв'язаний	мг/дм ³	≤ 1,2	≤ 1,2	< 0,05

Примітка. Величини, зазначені в дужках, допускаються з урахуванням конкретної ситуації

Під час знезаражування води хлором вміст залишкового вільного хлору у воді повинен бути менше 0,5 мг/дм³, а залишкового зв'язаного хлору – менше 1,2 мг/дм³. У процесі знезаражування води озоном концентрація залишкового озону має бути 0,1-0,3 мг/дм³.

3.3.4 Показники фізіологічної повноцінності питної води

Ці показники визначають адекватність її мінерального складу біологічним потребам організму. При цьому сухий залишок повинен складати 200-500 мг/дм³, жорсткість загальна – 1,5-7,0 мг-екв/дм³, лужність загальна – 0,5-6,5 мг-екв/дм³, магній – 10-50 мг/дм³, калій – 2-20 мг/дм³, натрій – 2-20 мг/дм³, йод – 20-30 мкг/дм³, фториди – 0,7-1,2 мг/дм³.

3.3.5 Показники радіаційної безпеки питної води

До них відносяться:

- загальна об'ємна активність α -випромінювачів – до 0,1 Бк/дм³;
- загальна об'ємна активність β -випромінювачів – до 1 Бк/дм³.

Для особливих регіонів нормативи радіаційної безпеки питної води погоджують із головним державним санітарним лікарем України.

3.4 Гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання

З гігієнічної точки зору, найкращою є ситуація, коли вода в джерелі водопостачання повністю відповідає сучасним уявленням про доброякісну питну воду. Така вода не потребує оброблення, і важливо лише не погіршити її якість на етапах забору з джерела та подачі споживачам. Виходячи з наведеної вище гігієнічної характеристики, такими джерелами можуть бути підземні міжпластові води, найчастіше – артезіанські (напірні). В усіх інших випадках вода джерел, особливо поверхневих, потребує поліпшення якості: зменшення каламутності (освітлення) і кольоровості (знебарвлення), позбавлення від патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів (зnezаражування), інколи – поліпшення хімічного складу (опріснення, пом'якшення, дефторування, фторування, знезалізнєння тощо). Попри постійне удосконалення методів водопідготовки, їхні можливості мають певні, технологічно й економічно обґрунтовані обмеження.

! Вода джерел централізованого господарсько-питного водопостачання мусить бути такою, щоб сучасні методи водопідготовки дали змогу отримати доброякісну питну воду, яка за усіма показниками відповідала б державному стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1])

Особливої уваги потребують ті показники якості води, котрі не змінюються або мало змінюються в процесі звичайного оброблення, яке передбачає освітлення, знебарвлення та зnezаражування. Таке оброблення не ефективне відносно розчинених у воді хімічних речовин. Навіть спеціальні методи водопідготовки дають змогу зменшити вміст лише деяких із них: заліза – шляхом знезалізнєння, фтору – завдяки дефторуванню, сірководню – за рахунок аерації. Методи опріснення (зменшення загальної мінералізації) та пом'якшення (зменшення загальної жорсткості) потребують значних додаткових витрат електроенергії, через що водопровідна вода занадто дорога. Тому під час організації водопостачання населених пунктів бажано їх уникати. Хоча інколи за відсутності прісноводних джерел змушені опріснювати солону воду морів.

Зазначене зумовлює жорстке обмеження у воді всіх джерел централізованого господарсько-питного водопостачання вмісту сухого залишку, хлоридів, сульфатів, розчинених хімічних (передусім токсичних) речовин, загальної жорсткості. Склад води прісноводних підземних і поверхневих джерел за цими показниками повинен відповідати таким самим вимогам, як доброякісної питної води: сухий залишок – до 1000 мг/л (за погодженням з органами СЕС допускається до 1500 мг/л, концентрація хлоридів і сульфатів – до 350 мг/л та 500 мг/л відповідно), загальна жорсткість – до 7 мг-екв/л (за погодженням із СЕС допускається до 10 мг-екв/л). Рівень хімічних речовин не повинен перевищувати ГДК для води водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування, а також норм радіаційної безпечності, що затверджені МОЗ України. За умов одночасної наявності у воді токсичних хімічних речовин, здатних за

комбінованої дії до сумачії негативних ефектів, треба дотримувати правила сумачійної токсичності (див. формулу (3.1)).

Оскільки підземні й поверхневі водні джерела мають природні особливості, а також різний ступінь захисту від несприятливого впливу антропогенних чинників, гігієнічні вимоги до якості їхньої води за всіма іншими показниками дещо відрізняються.

Серед *підземних джерел* є такі, вода яких взагалі не потребує оброблення, бо має хороші органолептичні властивості, епідемічно безпечна, нешкідлива за хімічним (у тому числі радіонуклідним) складом, фізіологічно повноцінна. Ця вода повністю відповідає уявленню про доброякісну питну воду і може бути подана населенню безпосередньо, без оброблення. Таку підземну воду зараховують до I класу. Гігієнічні вимоги до неї і нормативи якості повністю збігаються з такими для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Вода підземних джерел II класу може містити сірководень мінерального походження (до 3 мг/л), значно більше заліза (до 10 мг/л) і марганцю (до 1 мг/л). Це погіршує її органолептичні властивості, тому потрібно застосовувати спеціальні методи оброблення. Від сірководню можна очистити воду шляхом аерації. Від заліза воду очищають шляхом аерації з подальшим фільтруванням. Під час аерації внаслідок окиснення киснем повітря Fe^{2+} перетворюється на Fe^{3+} , у воді утворюється нерозчинний заліза (III) гідроксид $\text{Fe}(\text{OH})_3$, завислі частинки якого затримуються на фільтрі. Одночасно вода очищується й від зайвого марганцю.

Крім того, підземні води II класу можуть мати підвищену перманганатну окиснюваність (до 5 мг/л) та підвищений індекс БГКП (до 100). Це є свідченням епідемічної небезпечності води, яку треба знезаразити перед подачею споживачам

В окремих випадках підземна вода може мати дещо гіршу якість, а саме підвищену до 10 мг/л каламутність, збільшену до 50° кольоровість, ще більший вміст заліза (до 20 мг/л), марганцю (до 2 мг/л), сірководню (до 10 мг/л). Деякі підземні джерела містять надмірну кількість фтору (5 мг/л). Індекс БГКП сягає 1000 в 1 л. Такі підземні джерела належать до III класу. Для поліпшення якості води потрібне глибше оброблення. Для зменшення каламутності і кольоровості слід прояснювати та знебарвлювати шляхом фільтрування, попередньо відстоявши. Сірководень, залізо і марганець видаляють методом аерації з подальшою фільтрацією. У разі підвищеного вмісту фтору таку воду дефторують. І зрештою для забезпечення епідемічної безпечності воду обов'язково знезаражують.

Таким чином, підземні водні джерела залежно від якості води та методів водопідготовки поділяють на три класи (табл. 3.3). Аналогічний принцип покладено і в основу класифікації *поверхневих водних джерел* (табл. 3.4). З огляду на умови формування серед них немає таких, що містять цілком прозору і безбарвну воду, не містять мікроорганізмів і не потребують оброблення. Поверхневі водойми з малокаламутною (до 20 мг/л) і малокольоровою водою (до 35°), яка не має запаху, містить незначну кількість легко окиснюваних, у тому числі органічних, речовин (перманганатна окиснюваність до 7 мг/л,

БПК₂₀ до 3 мг/л) та марганцю (до 0,1 мг/л), дещо підвищену концентрацію заліза (до 1 мг/л) і відносно невисокі рівні бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок не перевищує 1000 у 1 л) та фітопланктону (1000 кл/см³), зараховують до І класу. Така вода може бути доведена відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] шляхом фільтрування без коагуляції або із застосуванням невеликих доз коагулянта і знезаражуванням.

Таблиця 3.3 – Показники якості води підземних джерел водопостачання

Показник	Класи вододжерел		
	I	II	III
Каламутність, мг/л	Не більше 1,5	Не більше 1,5	Не більше 10
Кольоровість, градуси	Не більше 20	Не більше 20	Не більше 50
Водневий показник (рН)	6-9	6-9	6-9
Вміст заліза, мг/л	Не більше 0,3	Не більше 10	Не більше 20
Вміст марганцю, мг/л	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст сірководню, мг/л	–	Не більше 3	Не більше 10
Вміст фтору, мг/л	Не більше 0,7-1,5*	Не більше 0,7-4,5*	Не більше 5
Окиснюваність перманганатна, мгО ₂ /л	Не більше 2	Не більше 5	Не більше 15
Кількість бактерій групи кишкових паличок (БГКП) в 1 л	Не більше 3	Не більше 100	Не більше 1000

* Вміст фтору залежить від кліматичного поясу

Таблиця 3.4 – Показники якості води поверхневих джерел водопостачання

Показник	Класи вододжерел		
	I	II	III
Каламутність, мг/л	Не більше 20	Не більше 1500	Не більше 10 000
Кольоровість, градуси	Не більше 35	Не більше 120	Не більше 200
Запах при температурі 20 і 60°C, бали	Не більше 2	Не більше 3	Не більше 4
Водневий показник (рН)	6,5—8,5	6,5—8,5	6,5—8,5
Вміст заліза, мг/л	Не більше 1	Не більше 3	Не більше 5
Вміст марганцю, мг/л	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст фітопланктону: мг/л, або кількість клітин в 1 см ³	Не більше 1 Не більше 1000	Не більше 5 Не більше 10000	Не більше 50 Не більше 100000
Окиснюваність перманганатна, мгО ₂ /л	Не більше 7	Не більше 15	Не більше 20
БПК повне, мгО ₂ /л	Не більше 3	Не більше 5	Не більше 7
Кількість лактозопозитивних кишкових паличок в 1 л води	Не більше 1000	Не більше 10000	Не більше 50000

До II класу належать водні джерела з каламутністю (до 1500 мг/л) і кольоровістю (до 120°) водою, якій має відчутний природний запах інтенсивністю не більше за 3 бали, містить дещо більше легко окиснюваних, особливо органічних речовин (перманганатна окиснюваність до 15 мг/л, БПК₂₀ до 5 мг/л), має ще вищий вміст заліза (до 3 мг/л), відносно високий рівень бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок не перевищує 10000 в 1 л) і значні кількості планктону (10 000 кл/см³). Такі водойми визнають порівняно чистими щодо промислових і побутових забруднень, і їх можна використовувати як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Для очищення такої води прийнятні традиційні методи оброблення: для видалення фітопланктону – мікрофільтрування, для прояснення і знебарвлення – коагулювання з відстоюванням (або прояснення в завислому шарі осаду) і подальшим фільтруванням; коагулювання з двоступеневим фільтруванням, контактне прояснення і, обов'язково, знезаражування.

До III класу зараховано поверхневі джерела, якість води яких не може бути доведеною до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] за допомогою традиційних методів очищення. Вода таких водойм дуже каламутна (до 10000 мг/л), інтенсивно забарвлена в жовто-коричневий колір за рахунок гумінових речовин (кольоровість до 200°), має сильний (але не більше за 4 бали) природний запах, містить багато легко окиснюваних, особливо органічних, речовин (перманганатна окиснюваність до 20 мг/л, БПК₂₀ до 7 мг/л), має значний вміст заліза (до 5 мг/л), високий рівень бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок до 50000 в 1 л) і містить багато планктону (100000 кл/см³). За такої якості води у поверхневій водоймі для отримання доброякісної питної води недостатньо вжити лише тих методів оброблення, що передбачаються для води II класу. Потрібні додаткові ступені прояснення, застосування окиснювальних та сорбційних методів, ефективніше знезаражування.

Якщо вода поверхневої водойми не відповідає гігієнічним вимогам, тобто за якістю не може вважатися навіть III класом (за деякими або навіть за одним з показників), то її не можна використовувати для централізованого господарсько-питного водопостачання, бо сучасні методи водопідготовки не дають змоги отримати доброякісну питну воду.

Контрольні запитання



1. Розкрийте значення води в життєдіяльності людини.
2. Дайте гігієнічну оцінку поверхневих джерел водопостачання.
3. Дайте гігієнічну оцінку підземних джерел водопостачання.
4. Дайте гігієнічну оцінку систем водопостачання.
5. Охарактеризуйте організацію зон санітарної охорони джерел водопостачання.
6. Як відбувається гігієнічне нормування якості питної води?
7. Як нормуються мікробіологічні та паразитологічні показники якості питної води?

8. Як нормуються токсикологічні показники якості питної води?
9. Як нормуються органолептичні та фізико-хімічні показники якості питної води?
10. Як нормуються показники радіаційної безпеки та фізіологічної повноцінності питної води?
11. Розкрийте гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.
12. На які класи поділяються джерела водопостачання?

ТЕМА 4 Методика вивчення хімічних речовин з метою їх нормування. Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення

4.1 Гігієнічне нормування. Поняття про допустимі концентрації

В основу сучасного гігієнічного нормування шкідливих речовин покладена розробка гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливої речовини. Під гігієнічним нормуванням розуміють строго певний діапазон параметрів фактора середовища (або факторів), який оптимальний або принаймні прийнятний (безпечний) з точки зору збереження нормальної життєдіяльності та здоров'я людини в людській популяції і майбутніх поколінь. Виходячи з цього, параметри нормованого фактора і тривалості дії не повинні викликати несприятливих функціональних зрушень в організмі, не повинні чинити негативного впливу на фізичний і психічний розвиток підростаючого покоління, на самопочуття і працездатність людини. При нормуванні шкідливої речовини у воді водойм визначають порогові концентрації за трьома основними критеріями (ознаками): викликають погіршення органолептичних властивостей води (органолептична ознака); токсична дія на здоров'я населення (санітарно-токсикологічний ознака) і порушення процесів самоочищення водойми, тобто вплив на загальносанітарна режим водойми (загальносанітарна ознака).

Одним з основних параметрів, що мають правове значення, і дозволяють судити про якість навколишнього середовища з точки зору її чистоти є показник гранично допустимої концентрації (ГДК).

Під ГДК слід розуміти таку концентрацію хімічної сполуки, яка при щоденному впливі протягом тривалого часу на організм людини не викликає яких-небудь патологічних змін або захворювань, що виявляються сучасними методами досліджень, а також не порушує біологічного оптимуму для людини.

Даний показник встановлює вимоги до якості навколишнього середовища з точки зору її безпеки для здоров'я людини. Здоров'я людини тісно пов'язане адаптивними зв'язками з навколишнім середовищем, яка формується природою, суспільством і господарською діяльністю людини. Цей показник служить комплексним критерієм якості навколишнього середовища. В даний час встановлено ГДК для > 500 шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування і близько 70 речовин у воді водних об'єктів, що використовуються для рибо-господарських цілей.

Показники ГДК затверджуються органами санітарного нагляду держави. Гігієнічними нормативами регламентують вміст забруднюючих речовин тільки в тих водоймах, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових цілей, включаючи рекреаційне водокористування (купання, спорт тощо) і не на всьому протязі водойми або в місцях випуску стічних вод, а тільки у перших від джерела забруднення пунктів водокористування (рис. 4.1).

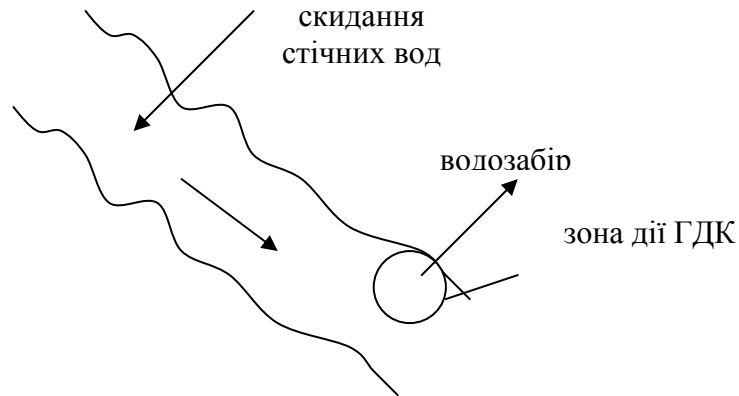


Рисунок 4.1 – Зона дії ГДК

Окрім ГДК до гігієнічних нормативів відносяться:

1. ГДР (гранично допустимий рівень шкідливо діючих фізичних факторів середовища, що виникають в результаті діяльності людини (найчастіше застосовується до радіоактивних забруднень);
2. ТДК (ОБРВ) тимчасова допустима концентрація (орієнтований безпечний рівень впливу) хімічної речовини у воді; встановлюється розрахунковим шляхом в мг/л; норматив тимчасовий на 3 роки. Застосовується по відношенню до речовин, на які не встановлено ГДК;
3. LD_{50} – летальна доза хімічної речовини, що викликає при веденні в організм загибель 50% тварин; вимірюється в мг/кг. Значення LD_{50} вимірюють також в мг молекул на кг (мМ/кг або мА/кг). Для перекладу мг/кг в мМ/кг треба виключити значення величини LD_{50} поділом на молекулярну масу; для перекладу мг/кг в мА/кг – початкове значення на молекулярну масу і помножити на число атомів нормованого елемента, що входить в молекулу речовини;
4. ППКт (МНК) підпорогова концентрація (максимально недіюча концентрація) хімічної речовини, що визначається за санітарно-технічною ознакою при надходженні в організм хімічної речовини з водою, мг/л;
5. ППДт (МНД) підпорогова доза (максимально недіюча доза) хімічної речовини, що визначається за санітарно-технічною ознакою при надходженні в організм хімічної речовини з водою, мг/кг. Приблизно вважається, що $МНД = МНК/20$;
6. ППКорл – підпорогова концентрація (0 ... 1) бал хімічної речовини у водоймі, визначається за органолептичними показниками (запах, присмак);
7. ППКс.р.в. підпорогова концентрація речовини, що не впливає на санітарний режим водойми, тобто на сапрофітну мікрофлору, БПК та ін., мг/л.

Ці нормативи є основою для стандартизації гідросфери. Вони є мірою оцінки стану навколишнього середовища, вихідним критерієм для проведення оздоровчих заходів, для прогнозування впливу забруднення на здоров'я населення. В даний час введено ще один показник ГДВ, але він застосовується для повітря і для води (гранично допустимий викид речовин у водний об'єкт) – це маса речовини в стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті.

4.2 Основний принцип розробки нормативів. Критерії нормування

Сучасний підхід до нормування шкідливих речовин враховує принцип пороговості в гігієнічних дослідженнях з нормування хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища. Поняття пороговості ґрунтується на визначенні поняття гігієнічного нормативу хімічного, фізичного або біологічного фактора – ГДК, дози або рівня, при впливі якого на організм людини прямо або опосередковано через екологічні системи, а також через можливий економічний збиток не виникає соматичних або психічних захворювань (у тому числі прихованих і тимчасово компенсованих) або змін стану здоров'я, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій, які виявляються сучасними методиками досліджень відразу або в окремі строки життя теперішнього або наступних поколінь.

Важливими методологічними питаннями гігієнічного нормування є:

- 1) можливість перенесення даних, отриманих в експерименті на тварин на людину;
- 2) поняття про поріг шкідливої дії, тому що нормовані ГДК або ГДР повинні бути нижче його. Експеримент проводиться таким чином: вибираються піддослідні тварини (кролі, собаки, морські свинки, щури). Піддослідні тварини діляться на кілька підгруп. Кожній підгрупі тварин вводиться певна доза шкідливої речовини (за збільшенням). Крім того, складається контрольна незатравляема група аналогічних тварин, які утримуються в умовах, рівноцінних з тваринами основних груп. За цими всіма тваринами проводять регулярне комплексне спостереження, тобто через певний проміжок часу знімаються показники стану здоров'я тварин і порівнюються всі групи. Таким чином, встановлюються дози і терміни дії для цих доз, які призводять до зміни стану здоров'я. Коригування встановленого експериментальним шляхом нормативу проводиться на підставі епідеміологічних досліджень і спостережень за кількістю речовини в крові людей, які проживають у певних умовах навколишнього середовища.

Методична схема вивчення шкідливих речовин для гігієнічного нормування їх вмісту у воді водойм наступна:

- 1) перевіряється і складається фізично-хімічна характеристика речовини, визначається стабільність і трансформація речовин у водних розчинах, а також фактори, що впливають на можливе самоочищення води від досліджуваної речовини;
- 2) вивчається вплив речовини на загальний санітарний режим водойми (на самоочищення водойми від побутового забруднення); вивчається також

мінералізація органічного забруднення за БПК і розвитком бактеріальної флори, вивчається також нітрифікація органічного забруднення;

3) вивчається вплив речовини на органолептичні властивості води і м'яса риб. При цьому вивчається інтенсивність зміни органолептичних властивостей води і м'яса риб, а також фактори, що впливають на інтенсивність органолептичних властивостей води і якості м'яса риб;

4) вивчається вплив речовини на здоров'я населення, в тому числі токсикологічні особливості досліджуваної речовини, проводиться також санітарно-токсикологічна оцінка тривалої дії малих концентрацій досліджуваної речовини.

Всі ці чотири напрямки вивчаються паралельно. Потім проводяться комплексні гігієнічні спостереження в районі нижче спуску стічної води у водойми (санітарний режим водойми, його самоочищення від шкідливих речовин, характер використання водойми, вплив водойми на санітарні умови життя населення і його здоров'я). Вивчається також захисна здатність сучасних прийомів очищення та знезараження питної води. Після цього виконується комплексна оцінка результатів виконаних досліджень і рекомендація лімітуючої ознаки шкідливості та ГДК для досліджуваної речовини.

Виходячи із загальної концепції гігієнічне нормування шкідливих хімічних речовин у навколишньому середовищі базується на наступних принципах:

1) принцип збереження сталості внутрішнього середовища організму і забезпечення його єдності з навколишнім середовищем, що припускає гарантію відсутності прямого або опосередкованого впливу речовини на здоров'я людини в концентраціях, що не перевищують ГДК;

2) принцип пороговості, що підкреслює можливість встановлення концентрацій, при яких не спостерігається яких-небудь змін функціонального стану організму, що визначається сучасними методами досліджень;

3) встановлення ГДК за результатами моделювання різних видів біологічної дії речовини в експерименті. Тільки в експерименті можна встановити всі прояви загальнотоксичної дії і наявність віддалених ефектів речовини;

4) залежність біологічного ефекту від дози і тривалості впливу. Цей принцип необхідно враховувати при плануванні токсикологічних експериментів. Від того, наскільки адекватно обрані дози речовини, тривалість і методи спостереження за функціональним станом організму тварин в експерименті, залежить надійність встановлення ГДК. Займатися цими дослідженнями мають право в Україні кілька організацій;

5) комплексність досліджень, що передбачає оцінку трьох ознак шкідливості речовини (або критеріїв): санітарно-токсикологічний (експерименти на тваринах), органолептичний, загальносанітарний за впливом на процеси природного самоочищення. Обов'язковим є визначення лімітуючої ознаки шкідливості, що характеризується найменшою пороговою (або підпороговою для санітарно-токсикологічної ознаки) концентрацією;

6) етапність обґрунтування ГДК передбачає оптимальні витрати сил і засобів, адекватних завданням експерименту і токсикодинамічним властивостями речовини. У ряді випадків принцип етапності сприяє скороченню обсягу досліджень.

4.2.1 Критерії нормування

Кожну токсичну речовину досліджують в наступних трьох напрямках: *санітарно-токсикологічному, органолептичному, загальносанітарному*.

При *санітарно-токсикологічному оцінюванні* визначають найбільшу концентрацію випробовуваної речовини у воді, яке в тривалому хронічному експерименті ще не викликає у піддослідних тварин помітних зрушень у стані здоров'я при використанні чутливих фізіологічних, біохімічних, гістологічних методів досліджень.

При *органолептичному оцінюванні* визначають ту найбільшу концентрацію випробовуваної речовини, яка ще не викликає зміни органолептичних властивостей води.

При вивченні *загальносанітарного значення* випробовуваної речовини знаходять ту найбільшу її концентрацію, яка ще не впливає на процеси самоочищення у воді, на водну флору і фауну.

Після проведення всіх перерахованих досліджень ГДК тої чи іншої речовини у водоймі встановлюють по тому показнику шкідливої дії, який характеризується найменшою пороговою концентрацією. Наприклад, сполуки фтору викликають флюороз зубів при концентрації фтору, що перевищує 1,5 мг/л; органолептичні властивості води змінюються при концентрації фтору, що перевищує 10 мг/л; а процеси самоочищення порушуються, якщо концентрація фтору у воді > 100 мг/л. Значить, для *F* лімітуючою ознакою шкідливості є санітарно-токсикологічна, $\text{ГДК}_F \text{ у воді} = 1,5 \text{ мг/л}$.

4.3 Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення

4.3.1 Гігієнічне значення загальної мінералізації води

Дія води на організм людини залежить від її загальної мінералізації, що характеризується сумою всіх розчинних речовин у воді, іонів, біологічно активних елементів. Біологічні молекули побудовані з атомів дрібних елементів: *C, H, O, N, P, S*. Крім того в організмі універсальна функціональність лужних і лужноземельних металів (*Na, K, Ca, Mg*).

Найважливішу, хоча й не універсальну роль відіграють малі кількості інших *Me: Ze, Zn* та ін. аж до *Mo*. Надлишок водню і кисню в порівнянні з іншими елементами визначається великим вмістом води в організмі. Людина отримує на добу до 20% водню і кисню. Помітна частина з цієї кількості надходить з водою. У місцевостях з прісною водою – від 2 до 5%, до 20-30% при високомінералізованій воді.

Гігієнічна оцінка сольового складу питної води ґрунтується не тільки на кількості сухого складу і органолептичних властивостях. Велике значення має конкретна кількість кожної з речовин. Питна вода в залежності від сольового складу, від співвідношення солей може впливати на співвідношення соків і ферментів і динаміку їх виділення, а тим самим і на характер травлення.

Склад солей впливає на водно-сольову рівновагу. На кровообіг, на процеси всмоктування і виділення, що відбуваються в організмі.

Кальцій (Ca). У нашому організмі міститься більше, ніж інших *Me* разом

узятих (1 кг). Основна маса входить до складу скелета. *Ca* присутній у всіх тканинах і рідинах тварин, рослин і людини. Його іони активують дію багатьох ферментів, що сприяють згортанню крові, регулюють проникність клітинних мембран і є їх складовою частиною, стимулюють передачу нервового імпульсу, є основним учасником м'язового скорочення, зменшують проникність судин. Кальцію властива протизапальна дія і зменшення явищ алергії. Рекомендована кількість *Ca* на добу – 800 мг. Питна вода має важливе значення для збагачення організму іонами *Ca*. Оптимальний вміст кальцію в питній воді 20 мг/л.

Магній (Mg). Поряд з *Ca* необхідний для побудови скелета в харчовому раціоні, доза від 400 до 500 мг *Mg*. Іони магнію активують ферменти вуглецевого і енергетичного обміну, нормалізують діяльність м'язів серця, чинять антисептичну та судинорозширювальну дію, стимулюють рухову функцію кишечника та жовчовиділення, сприяють виведенню холестерину з кишечника. Велике значення має співвідношення *Ca* і *Mg*. Кращим співвідношенням в їжі явл $Ca:Mg = 1:0,5$. Необхідний мінімальний рівень *Mg* в питній воді – 10 мг/л. Надлишок *Mg* пов'язує в кишечнику частина жирних і жовчних кислот, необхідних для засвоєння *Ca*.

Калій (K). Відіграє важливу роль у внутрішньоклітинному обміні, у регуляції водно-сольового обміну. Необхідний для нормальної діяльності м'язів, зокрема, серця. Калій сприяє виведенню з організму води і *Na*, активує ряд ферментів, бере участь у найважливіших обмінних реакціях, у передачі нервових імпульсів.

Натрій (Na). Має велике значення у внутрішньоклітинному міжтканинному обміні речовин, активує травні ферменти.

Хлор (Cl). Бере участь у регуляції осмотичного тиску і водного обміну, в утворенні *HCl*, шлункового соку, у формуванні плазми, активує ряд ферментів. Хлоридна вода надає гальмівну дію на шлункову секрецію.

Сульфати (SO_4^{2-}). У великих концентраціях (2,5 г/л і >) викликає гальмування секреторної і моторної діяльності шлунка, викликає посилену перистальтику кишечника, що перешкоджає всмоктуванню і нормальному ходу травлення всіх основних травних речовин, причому, різні експерименти і статистика показують, що адаптації людини до такої воді не настає.

Гідрокарбонати (HCO_3^-). Споживання води гідрокарбонатно-натрієвого типу неприємних відчуттів не викликає.

Фосфор (P). З'єднання фосфору беруть участь у всіх процесах життєдіяльності організму. Особливе значення вони мають в обміні речовин і функції нервової та мозкової тканини м'язів, печінки, нирок, в утворенні кісток, ферментів і гормонів. Надлишок фосфору витісняє *Ca* з кісток. Нормальне споживання *P* для людини 1200 мг/добу. Співвідношення *Ca* до *P* – $Ca:P = 1:1-1:1,5$.

Загалом зрушення фізіологічних функцій в організмі спостерігається при з'єднанні в питній воді хлоридів і сульфатів>, ніж 0,2 г/л; по кальцію і магнію>, ніж 0,1-0,2 г/л. В цілому при з'єднанні солей у питній воді> 1,5 г/л

4.3.2 Гігієнічне значення мікроелементного складу питної води

Геохімічні ендемії – це хвороби, що викликаються мінеральним складом рослинності та природних вод в якійсь певній місцевості. На підставі аналізу матеріалу, що характеризується вмістом різних мікроелементів в тканинах тварин і людини і механізму їх біологічної дії всі речовини природного походження можна розділити на дві групи:

1. Речовини, без певної кількості яких життя неможливе.
2. Речовини, без яких існування живої матерії можливо.

Речовини 1-ї групи називають *есенціальними*. Під цим розуміється специфічність їх в прямих метаболічних процесах, необхідних для виживання даного організму і його потомства. До цих речовин відносять: *Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, Co*. Заміна іонів цих *Me* іонами інших споріднених *Me* різко знижує активність ферментної системи. Специфічність і незамінність мікроелементів визначається також включенням їх до складу гормонів і вітамінів, а також роллю мікроелементів в кінетиці реакції. За цими ознаками до числа життєво необхідних віднесені: *йод, бром, фтор і селен*. В даний час є також відомості про есенціальні властивості олова, нікелю, ванадію.

До 2-ої групи речовин можуть бути віднесені мікроелементи, які входять до складу *металлоферментних комплексів*, де вони міцно пов'язані з білком і в разі нестачі в організмі без особливого збитку для здоров'я можуть бути замінені іншими елементами, що також активують ферментні системи. Введення речовин цієї групи в організм в оптимальних кількостях викликає сприятливі для життєдіяльності зрушення у функціях ряду органів і систем. Одні й ті ж елементи можуть виступати як *синергисти* (поліпшувати дію інших речовин) для одних функціональних систем, і як *антогоністи* для інших. Наприклад, у процесах кровотворення проявляються синергізм шість елементів: *Mn, Co, Zn, Fe, Cu і Ni*.

У той же час, наприклад, *Cu і Mg* антогоністи при впливі на центральну і периферичну нервову системи. Введення міді в організм попереджає розвиток молібденоза, а надлишкове надходження *Mo* викликає недолік *Cu* в організмі і т.д.

Надходження мікроелементів з питною водою коливається в широких межах. Наприклад, у відсотках від добового раціону: *Mo* – 0,2%, *I* – 2,5%, *Mn* – 4%, *Zn* – 14%, *Cu* – 28%, *F* – до 60%.

Мінеральні солі при надходженні у вигляді водних розчинів всмоктуються організмом із шлунково-кишкового тракту значно швидше і накопичуються у внутрішньоклітинних органах більше, ніж при включенні їх в харчові раціони. Наприклад, *йод*, що міститься в питній воді, фізіологічно активніший, ніж присутній у харчових продуктах. Така ж закономірність встановлена для великої кількості мікроелементів.

Залізо (*Fe*). Необхідно для нормального кровотворення. Воно є переносником кисню в крові вищих тварин. Бере участь в утворенні гемоглобіну і тканинному диханні. В даний час *Fe* залишається незмінним компонентом при лікуванні малокрів'я. Нормальній здоровій людині необхідно 10-18 мг *Fe* на добу. При дефіциті *Fe* в організмі погіршується клітинне дихання. Це веде до дистрофії тканин і органів і порушення стану організму ще до розвитку анемії. Надлишок *Fe* також шкідливий організму. Було встановлено, що старіння організму

супроводжувалося збільшенням кількості *Fe* в ДНК. Вона бере участь у передачі спадкових ознак.

Цинк (*Zn*). *Zn* необхідний для нормальної функції ендокринної системи. Він входить до складу гормону генсуліну, що бере участь у вуглеводному обміні й входить до складу багатьох важливих ферментів, у тому числі ферментів, що забезпечують процеси дихання і кровотворення. Встановлено, що нестача *Zn* у дітей затримує ріст і статевий розвиток. Поряд з цим розчинні сполуки *Zn* отруйні.

Сірка (*S*). Входить до складу білків у вигляді сірковмісних амінокислот метіоніну і цистину, а також, до складу деяких гормонів і вітамінів. Потреба людини в ній близько 1 г на день.

Мідь (*Cu*). Бере участь у кровотворенні і тканинному диханні. В організмі людини міститься ~ 70 мг *Cu*. Надлишок *Cu* шкідливий. *Cu*, як і більшість важких металів, накопичується в організмі, особливо в печінці та мозку. Високі її концентрації можуть привести до порушення функцій центральної нервової системи (ЦНС). Патологічне збільшення *Cu* в організмі відомо як хвороба Вільсона.

Марганець (*Mn*). Ідентичней *Cu* вплив робить *Mn*. Ступінь і спрямованість впливу його залежить від концентрації речовини. Це проявляється в стимулюючій дії малих доз на фонову електричну активність нервової тканини і гальмівний вплив великих доз на частоту серцевих скорочень і активність ряду ферментів.

Кобальт (*Co*). В організмі міститься ~ 1,5 мг. Він активує ряд ферментів.

Молібден (*Mo*). Входить до складу активного центру нітрогенази. Це фермент, що каталізує перетворення азоту і ксантинооксидаза. Це фермент, що бере участь в обміні фурину. Передбачається, що *Mo* в малих дозах стимулює утворення гемоглобіну, а у великих дозах гальмує цей процес. Баланс *Mo* в організмі дуже важливий. Збільшення рівня цього металу пов'язують з подагрою. При подагрі суглоби деформуються і ускладнюється рух.

Хром і нікель (*Cr* і *Ni*). Визнані в даний час важливими *Me* життя. При нестачі *Cr* сповільнюється ріст тварин, скорочується тривалість життя, порушується вуглеводний обмін, спостерігаються захворювання очей. Передбачається, що нестача *Cr* може призводити до діабету.

Ni активує кілька ферментних систем. Виявлено, що при різних формах анемії рівень *Ni* знижується.

Cr накопичується в організмі, а *Ni* – майже ні, крім легких.

Йод (*I*). Бере участь в утворенні гормону щитовидної залози тироксину. Питома вага *I* в питній воді в задоволенні фізіологічної потреби людини незначний. Основним джерелом *I* є харчові продукти. Нормальним вважається, коли людина щодоби отримує з питною водою і їжею 0,05-0,1 мг *I*. Недолік *I* викликає захворювання *ендемичний зоб*, особливо при великому вмісті з'єднань фтору, який витісняє в тканинах щитовидної залози йод.

Фтор (*F*). Він необхідний для побудови кісткової тканини. Недолік *F* в сукупності з іншими факторами (нераціональне харчування, недостатнє опромінення ультрафіолетовими променями, несприятливі умови праці та побуту) викликають *карієс* зубів. Потреба у *F* дорослої людини 3 мг на день. З цієї кількості 1/3 з їжею, 2/3 – з водою. Надлишок *F* викликає *ендемичний флюороз*.

Але крім флюорозу надлишок F викликає ураження кісткового апарату – остеосклероз.

4.3.3 Вплив ряду речовин (токсичних) на організм людини

Встановлено чіткий зв'язок між з'єднанням у воді токсичних речовин і станом здоров'я населення. Наявність у водоймах різних сполук, що виробляються водними мікроорганізмами, призводить до розчинення опадів солей і гідроксидів багатьох важких металів і переводу їх у форми, що проникають крізь мембрани. В результаті метаболічних циклів такі сполуки можуть надходити в живі організми.

Вміщені у питній воді отруйні мікродомішки, до яких відносяться з'єднання багатьох металів, при проходженні харчового ланцюга можуть акумулюватися і негативно діяти на організм людини. При проникненні в ДНК вони за деяких умов викликають мутагенний ефект, який в свою чергу веде до онкогенних процесів. Це відноситься до тих речовин, які в нормальних умовах не містяться в організмі або містяться в надзвичайно малих кількостях. Основні метали-отрути: *свинець, ртуть, берилій, кадмій, талій, нікель, ванадій, уран* та ін. Можуть викликати важку інтоксикацію організму, також можуть привести до летального результату.

Токсичну дію можуть виробляти і Me життєво важливі для організму, якщо їх кількість перевищує необхідну для обміну речовин.

По токсичності елементи розташовуються в наступному порядку: *ртуть, сурма, свинець, хром, кадмій, нікель, цинк, мідь, залізо*. Також *миш'як, ванадій, олово, молібден*.

Мутагенна активність металів наступна: *ртуть, цинк, срібло, алюміній, кадмій, свинець*. Під мутагенною дією хімічних речовин слід розуміти зміну спадкових властивостей організму, що виявляються у його потомства. Токсична дія елементів виникає внаслідок утворення комплексних сполук з низкою функціональних угруповань на поверхні або всередині клітини, ферментних білків і т.д.

Іони Me реагують з окремими хімічно активними компонентами різних елементів організму. Токсичні Me , катіони яких мають високі ковалентні характеристики, блокують сульфгідрильні угруповання в протеїнах. Іони Me з порівняно великим значенням ковалентних і електростатичних характеристик легко утворюють координаційні зв'язки з атомами азоту аміногруп. Токсичні Me можуть також взаємодіяти з ДНК та ін. важливими елементами ферментної системи. Для ряду Me (срібло, марганець, хром, кобальт, ванадій, кадмій, цинк) характерно найбільше накопичення в печінці та нирках.

Розчинні і добре дисоціюючі сполуки свинцю, берилію, урану можуть утворювати міцні зв'язки з кальцієм і фосфором і накопичуватися переважно в кістковій тканині. Тому вміст важких металів в питній воді суворо обмежений.

Ртуть (Hg). Володіє високою токсичністю. Потрапляючи в організм людини, вражає нирки, шкірний покрив, головний мозок, печінку, шлунково-кишковий тракт, викликає порушення обміну речовин. Відноситься до сильних протоплазматичних отрут. При хронічній інтоксикації ртуттю порушуються функції ЦНС і функції внутрішніх органів. Ртуть є стійким забруднювачем.

Джерелом надходження ртуті в навколишнє середовище є хімічна, електронна та приладобудівна промисловість. Також при згорянні деяких видів палива. Ртуть сорбується на грубодисперсних домішках, присутніх у воді. ГДК ртуті = 0,0005 мг/л.

Кадмій (Cd). Основні сполуки *Cd*, які можуть бути в промисловості – це *CdO*, *CdSO₄*, *CdS*. Найбільш добре розчиняється у воді *CdSO₄*. Утворює *Cd* також ряд неорганічних сполук. Відомі отруєння цими Me: головний біль, поганий апетит, погіршення нюху і смаку, викликає носова кровотеча, сухість і біль у носі, частий або постійний нежить, дрімота в горлі, погіршується слух, з'являється захриплість, іноді виникає виразковий риніт. Якщо людина постійно піддається токсикації, то через 1-2 роки з'являється *кадмієва хвороба*.

При вмісті *CdO* в організмі виникає дефіцит вітамінів *C* і *B₁*.

Можуть також виникати зниження неорганічного фосфору в сироватці крові, стають крихкими кістки.

Свинець (Pb). Джерела – відходи пром підприємств і вихлопні гази. У найбільших кількостях *Pb* накопичується в печінці, нирках, підшлунковій залозі та кістках. Виділяється він через кишечник і нирки з організму. Але при сильних отруєннях свинець виявляють у слині, молоці.

Свинець та його сполуки відносяться до політропних отрут. *Pb* та його сполуки діють на всі органи. Особливо важкі зміни виникають в кровеносній, нервовій системі, серцево-судинній, шлунково-кишковому тракті і печінці. Токсичність різних сполук *Pb* і характер їх дії залежать від неоднакової розчинності сполук у рідинах організму і особливо в шлунковому соці.

Свинець може викликати хронічне отруєння, що повільно розвивається, – *сатурнізм*. порушується обмін речовин, порфіриновий обмін. Результатом цього порушення в сечі з'являється фермент амінолевулінова кислота – сильне хронічне отруєння свинцем.

При м'якій формі отруєння свинцем уражається ЦНС. При подальшому накопичуванні свинцю може розвиватися анемія і порушення шлунково-кишкового тракту. При подальшій інтоксикації відбувається порушення роботи печінки, серцево-судинної системи.

При сильному отруєнні може виникнути енцефалопатія.

Миш'як (As). Дія його проявляється наступним чином: він відкладається в печінці, селезінці, нирках, в еритроцитах крові, у волоссі, в нігтях. *As* з організму виводиться непогано. При отруєнні з'являються болі в животі, блювота, пронос, відбувається пригнічення ЦНС, падає кровоносний тиск.

ГДК *As* у воді = 0,03 мг/л.

Цинк (Zn). Перевищення – дуже отруйне. Отруєння викликає порушення азотистого обміну і діє на шлункову секрецію.

Молібден (Mo). Деякі сполуки *Mo* добре розчиняються у воді, викликають підвищення активності одного з ферментів ферментного обміну. Викликає збільшення вмісту сечової кислоти в крові, викликає розвиток подагри, тобто відкладення солей сечової кислоти в різних органах і тканинах. Найбільш токсичний окис *Mo* (III).

Стронцій (Sr). Відкладається в кістках. Виведення його відбувається

через кишечник. Може викликати порушення координації рухів, пригнічений стан. *Sr* витісняє *Ca* з організму. При нестачі *Ca* заміщує його, що порушує обмін речовин.

Талій (Ta). Клінічна картина отруєння талієм – це нудота, блювота, пронос, шлунково-кишкова кровотеча, біль у грудях, тремтіння кінцівок (тремор), облісіння.

Нітрати. Нітрати потрапляють в організм людини з азотними добривами. Коли кількість азотних добрив, що вводяться, занадто велике, то азот вступає в з'єднання з органічними речовинами, що знаходяться в процесі бродіння, утворюються нітрати. Вони в рослинах під дією ферментів за участю молібдену та ін. мікроелементів перетворюються на амінокислоти і білки. Потрапляючи з їжею в шлунок, вони можуть перетворюватися в нітрити або нітрозоаміни. Це канцерогени. Нітрати легко розчиняються в H_2O , і коли вони потрапляють у водойми, то вбивають водну фауну, що погіршує процеси самоочищення водойм.

Гранична норма нітратів – 45 мг/л.

Для людини нітрати небезпечні тим, що викликають токсичний ціаноз (*метгемоглобінемія*), в народі називається *синюха*. Особливо небезпечні нітрати в цьому сенсі для дітей грудного віку. Це захворювання викликає синювате забарвлення шкірних покривів і слизових оболонок, спричинених збіднінням крові киснем, тобто підвищеного вмісту в ній відновленого гемоглобіну, що має більш темний колір порівняно з оксигемоглобіном, тобто гемоглобіном, що знаходиться в з'єднанні з O_2 . Відбувається розлад кровообігу.

Але самі по собі нітрати не взаємодіють безпосередньо з гемоглобіном. Утворення метгемоглобіну відбувається після перетворення нітратів у нітрити під впливом нітрат-відновлювальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту і іноді в тканинах організму.

Критичний вміст нітратів – 150 мг/л.

Рівень метгемоглобіну при одних і тих же дозах нітратів тим вище, чим менше вік організму. У перерахунку на гемоглобін тримісячна дитина, на відміну від дорослого, отримує з водою ~ в 12 разів > нітратів і нітритів, тому у дітей перших місяців життя еритроцити містять фетальний гемоглобін, який значно легше і швидше окислюється метгемоглобіноутворювачі. Крім того, у дітей рН шлункового соку має зсув у лужну сторону.

4.3.4 Інфекційні хвороби, що передаються через воду

Всі патогенні для людини віруси або мікроорганізми або періодично надходять у навколишнє середовище з людського організму, або постійно циркулюють в об'єктах довкілля, затримуючись у них на невизначений час і перетворюючи їх на джерело заразного початку. Найбільш важливу роль у цьому процесі відіграє вода, що є універсальним компонентом середовища, без якої неможливе життя і діяльність людей. Вода здатна не тільки підтримувати життя і здоров'я, а й приносити нещастя у вигляді різних хвороб. В історії людства відомі епідемії холери, чуми, черевного тифу, паратифів, іноді дизентерії. Епідемії можуть виникати як при користуванні неочищеними річковими водами, так і при користуванні недостатньо захищеними підземними

джерелами.

Циркуляція кишкових вірусів у воді різного виду водокористування свідчить про її епідеміологічну роль як фактора передачі вірусів і патогенних мікроорганізмів. Історія епідеміологічних хвороб, що передаються через воду, ясно встановлює їх зв'язок з наступними явищами:

- 1) непередбачуваними забрудненнями безпечного раніше джерела водопостачання;
- 2) використанням забрудненого джерела без обробки води;
- 3) поганою обробкою води, тобто поганим обладнанням, незадовільними методами, недбалістю персоналу;
- 4) повторним забрудненням води після її розподілу;
- 5) технічним станом споруд та мережі.

Наприклад, захворюваність гострими кишковими інфекціями при артезіанському водопостачанні без розвідної мережі в 1,5-2 рази вище, ніж при артезіанському водопостачанні з розвідною мережею.

Через воду передається велика кількість бактеріальних інфекцій і вірусів. До цих хвороб відноситься холера, дизентерія, черевний тиф, паратифи, лептоспіроз, туляремія, амебна дизентерія та ряд інших. Відомо більше ста вірусів, які виділяються з організму людини і потрапляють зі стічними водами в джерела водопостачання.

4.3.4.1 Патогенні віруси, присутні в стічних водах і викликані ними захворювання

Поліовірус. Відомо три типи цього вірусу. Він викликає параліч, менінгіт, лихоманку.

Вірус ЕСНО. Відомо 34 типи цього вірусу. Викликає менінгіт, респіраторні захворювання, висип, діарею, лихоманку.

Вірус Коксаки А. Мається 24 типи. Викликає герпетичну ангіну, респіраторні захворювання, менінгіт і лихоманку.

Вірус Коксаки В. Є 6 типів. Викликає міокардит, вроджені аномалії серця, висип, лихоманку, менінгіт, респіраторні захворювання, плевродінію (хвороба легенів).

Нові ентеровіруси. Їх відомо 4 типи. Викликають менінгіт, енцефаліт, респіраторні захворювання, кон'юнктивіт, лихоманку.

Вірус гепатиту А. Один тип. Викликає інфекційний гепатит.

Аденовіруси. Більше 30 типів. Вони викликають аденовірусні захворювання, респіраторні захворювання, інфекції очей.

Ротавіруси. Їх більше 7 типів. Викликають епідемічну блювоту і діарею, переважно у дітей.

Крім вірусів у воді можуть знаходитися паразити та гельмінти. Вони також сприяють захворюванням.

Амеби – порушують функцію легенів.

4.3.4.2 Основні ознаки інфекційних хвороб, що передаються через воду

Аденовірусні захворювання. Характеризуються переважно ураженням дихальних шляхів і очей, а також лімфоїдної тканини, кишечника, печінки і селезінки. До основних характерних клінічних особливостей аденовірусних

захворювань відносяться поєднання катару верхніх дихальних шляхів і ураження очей у вигляді кон'юнктивита, а також лімфоденопатія (запалення лімфатичної тканини); збільшуються розміри печінки та селезінки, можливий розлад функцій кишечника.

Амебіоз. Супроводжується виразковим ураженням товстої кишки, затяжним перебігом і можливим утворенням абсцесів печінки, легенів та інших органів. Збудник відноситься до типу найпростіших. В організмі може виявлятися у вигляді вегетативних форм і цист. Мають вони відносну стійкість і збереження у воді до 1 місяця. З їжею або водою циста потрапляє в тонку кишку, де в результаті метацистичної стадії розвитку утворюються малі вегетативні форми, поселяються потім в товстій кишці. Амеби можуть перебувати в організмі людини, не викликаючи жодних відхилень у стані здоров'я. Іноді під впливом різних несприятливих факторів вони можуть впроваджуватися в стінку кишки, перетворюючись на великі вегетативні форми і викликаючи патологічні хвороби.

Черевний тиф і паратифи А і В. Це гострі гарячкові захворювання, що характеризуються циклічним перебігом з явищами інтоксикації, розеозно-папульозним висипом. Уражається також лімфатичний апарат кишечника. Збудники – грамнегативні рухливі бактерії з роду сальмонел. Палички черевного тифу і паратифів А патогенні тільки для людини, а палички паратифу В патогенні для людини і іноді тварин.

Мікроби ці стійкі в зовнішньому середовищі. Дезінфікуючі засоби в звичайних концентраціях вбивають їх протягом декількох хвилин. Джерелами зараження є хворі і бактеріоносії. Зараження може відбуватися також через забійних тварин і птахів, заражених цією інфекцією. Одним з факторів передачі вірусу є вода, але можуть бути і травні продукти, і побутовий контакт при порушенні санітарно-гігієнічного режиму. Потрапляючи в кишечник, збудник впроваджується в лімфатичні утворення в слизовій оболонці кишечника, потім проникає в кровотік, що призводить до тифозних станів. Інкубаційний період від 1 до 3 тижнів – для черевного тифу і паратифів А, для паратифу В – цей період коротший.

Розвиток хвороби йде таким чином: з'являється слабкість, погіршується апетит і сон, посилюється головний біль, підвищується температура тіла до 39-40 градусів до 5-7 дня. Порушуються функції кишечника, людину проносить, з'являється блідість шкіри, потовщується язик, на ньому можуть залишатися сліди зубів. Визначається за аналізом крові.

Дизентерія. Це гостре інфекційне захворювання, що протікає з симптомами загальної інтоксикації і ураження органів травної системи, переважно дистального відділу товстої кишки. Збудник належить до сімейства ентеробактерій роду *Shigella*. Ці бактерії виділяють екзотоксини. При руйнуванні мікробних клітин інших видів утворюються ендотоксини. Вони вражають судинну і нервову системи. Екзотоксини – це токсини, що виділяються мікробами в навколишнє середовище, а ендотоксини – це токсини, що звільняються тільки після відмирання і руйнування мікробних клітин. У ґрунті *Shigella* зберігається 30-45 діб, у воді – місяцями; в молоці, киселі,

компоті дуже добре розмножуються.

Shigella впроваджуються в епітелій слизової оболонки. При загибелі епітелію тонкої кишки порушується травлення, функція печінки, підшлункової залози, порушується обмін речовин. Інкубаційний період 2-3 дні. Розвиток: те ж (див. *Черевний тиф*).

У випорожненнях з'являються домішки слизу і крові. Шкіра бліда, язик обкладений, може знизитися тиск.

Лептоспіроз. Він викликається лептоспірами. Переважно уражаються нирки, печінка, серцево-судинна та нервова системи. Цей збудник відрізняється великою різноманітністю форм. Вода є також джерелом цього захворювання. Потрапляють лептоспіри у воду від тварин (щури та ін.). Можуть потрапити зі стічними водами. Лептоспіри проникають в організм людини через слизові оболонки травної системи, кон'юнктиву, шкіру, не залишаючи запальних змін на місці впровадження.

Потрапляють в кров і заносяться в печінку, нирки, селезінку. Виявляються в крові людини і іноді в спинномозковій рідині. Уражаються кровоносні капіляри. Можуть виникати крововиливи в уражених органах. Знижується згортання крові. Особливо небезпечно ураження нирок, тому пошкоджуються спеціальні каналці в нирках, які виводять з організму токсичні речовини (порушуються видільні функції нирок).

Ротавірусний гастроентерит. Інкубаційний період від декількох годин до 3-5 днів. Першою ознакою є діарея (пронос). Потім виникає блювота, болі в кишечнику. Температура невелика, може залишатися нормальною. Спостерігається набряклість язика, уповільнення пульсу, зниження артеріального тиску. При натисканні живота найболючіша ділянка – пупок. У крові з'являються лейкоцити.

Холера. Гостре інфекційне захворювання. Збудник – холерний вібріон. Є кілька типів його. Деякі з них можуть розвиватися поза організмом людини. Вібріон стійкий у зовнішньому середовищі. Характеризується ураженням тонкої кишки, порушенням водно-сольового обміну з різним ступенем зневоднення організму.

У місцях виявлення холери влаштовуються карантини.

Холера небезпечна різким зневодненням організму. Найбільш небезпечні вібріони натошак. Холерний вібріон повинен подолати шлунковий бар'єр. Це відбувається в період спокою секреторної діяльності шлунка при рясному питті води, що знижує кислу реакцію шлункового соку. Розмножуються вони в тонкій кишці. Вони утворюють екзотоксини і різко збільшують проникність судин і клітинних мембран тонкої кишки. В результаті частотої блювоти і проносу хворий за короткий період втрачає велику кількість рідини, електролітів та інших рідин організму. Супроводжується зниженням артеріального тиску, утруднене дихання, може виникнути ниркова недостатність.

Чума. Переноситься з водою. Характеризується високою лихоманкою. Важка інтоксикація всього організму. Запалюються лімфатичні вузли, легені та інші органи. Збудник чуми стійкий у зовнішньому середовищі. Зберігається не

тільки у воді, але і на предметах побуту. Може проникати не лише через шлунок, але й через шкіру, слизові оболонки. Утворюються бубони (гнійні утворювання). З'являється відчуття пневмонії. Може уражатися печінка, нирки, кістковий мозок. Інкубаційний період 3-6 днів. Можуть з'являтися галюцинації. Шкіра суха і гаряча на дотик, з'являється висип.

Контрольні запитання



1. Розкрийте поняття гігієнічного нормування.
2. Розкрийте поняття гранично допустимої концентрації.
3. Опишіть гігієнічні нормативи і область їх застосування.
4. Розкрийте основний принцип розробки нормативів.
5. Опишіть критерії нормування.
6. Розкрийте гігієнічне значення загальної мінералізації води.
7. Розкрийте гігієнічне значення мікроелементного складу питної води.
8. Опишіть вплив токсичних речовин на організм людини.
9. Опишіть інфекційні хвороби, що передаються через воду.

ТЕМА 5 Гігієнічні питання спеціальних методів обробки води. Знезаражування води

5.1 Спеціальні методи обробки води

До спеціальних методів поліпшення якості питної води відносяться: кондиціонування мінерального складу, видалення присмаків, запахів, дезактивація і т.д. Всі види кондиціонування мінерального складу води можуть бути розділені на 2 групи:

- 1) видалення з води надлишку солей або газів (пом'якшення, опріснення, знезалізнєння, дезодорація, дезактивація, дефторування та ін.);
- 2) додавання до води тих чи інших солей з метою поліпшення її органолептичних властивостей або підвищення вмісту мікроелементів, яких недостатньо в воді та харчових продуктах (наприклад, фторування).

Після спецобробки на водопроводі вода підлягає обов'язковому знезараженню.

Дезодорація – усунення присмаків і запахів води. Досягається аеруванням води, обробкою окислювачами (озонування, діоксидом хлору, високими дозами хлору, перманганатом калію), фільтруванням через шар активованого вугілля. Вибір методу дезодорації залежить від походження присмаків і запахів.

Знезалізнєння проводиться шляхом розбризкування води з метою аерації в спеціальних пристроях – градирнях. При цьому двовалентне залізо окислюється в гідроксид заліза (III), що осаджується у відстійнику або затримується в фільтрі. Якщо концентрація солей заліза перевищує 5 мг/л, необхідно попереднє осадження його солей.

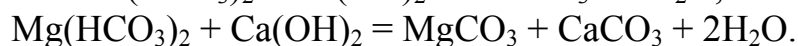
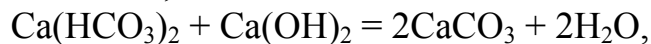
Пом'якшення – зниження природної жорсткості води. До методів пом'якшення води відносяться:

- 1) реагентні;

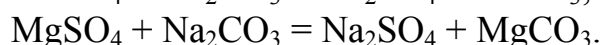
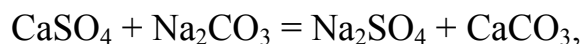
2) іонного обміну;

3) термічний.

З *реагентних* методів найбільш поширений содово-вапняний, за допомогою якого кальцій і магній осідають у відстійнику у вигляді нерозчинних солей (кальцію, магнію карбонатів і ін.). Вапно (гідроксид кальцію), внесений у воду в більшій кількості, ніж це необхідно для зв'язування вуглекислоти (діоксид вуглецю), взаємодіє з гідрокарбонатом кальцію, утворюючи карбонат кальцію, який випадає в осад:



Для видалення сульфатів кальцію і магнію у воду додають розчин карбонату натрію:



Більш сучасним методом є фільтрація води через фільтри, заповнені *іонітами*, – катіонітне пом'якшення.

Іоніти можуть бути природного або штучного (мінерального або органічного) походження, практично нерозчинні у воді і органічних розчинниках. Здатні обмінювати свої іони на іони розчину. Більшість іонітів – високомолекулярні сполуки сітчастої або просторової структури. Іоніти ділять на катіоніти (здатні обмінювати катіони) і аніоніти (здатні обмінювати аніони).

З метою пом'якшення воду фільтрують через шар природних (глауконітовий пісок) або штучних катіонітів товщиною 2-4 м. При цьому іони кальцію і магнію (Ca^{2+} , Mg^{2+}) води обмінюються на Na^+ або H^+ катіоніта. У практиці водопідготовки можуть бути використані лише ті катіоніти, які отримали гігієнічну оцінку і дозволені для використання Міністерством охорони здоров'я.

Пом'якшення води *кип'ятінням* дає можливість позбавити воду тільки від усуненої жорсткості за рахунок розкладу гідрокарбонатів кальцію і магнію до нерозчинних карбонатів, які випадають в осад.

Вибір того чи іншого способу визначається необхідним ступенем пом'якшення (найкращий результат, наближений до 100%, дає використання катіонітів), залежить від кількості води, яку необхідно обробити, технічних і економічних розрахунків.

Опріснення води – це видалення розчинених у ній мінеральних солей до величин, рекомендованих держстандартом, при яких вода стає придатною для пиття або технічних потреб. Найбільш поширеними методами опріснення води на водопроводах є дистиляція, хімічні (іонний обмін, реагентні), із застосуванням селективних мембран (електродіаліз, гіперфільтрація) та ін.

Опріснену воду обробляють, оптимізуючи для пиття: фільтрують через активоване вугілля (видаляють присмаки і запахи), фторують і збагачують мінеральними солями, пропускаючи через фільтри з мармуровою крихтою і додаючи частину неопрісненої води.

Опріснення високомінералізованих (солонуватих і солоних, у тому числі морських і океанічних) вод є перспективним способом поповнення дефіциту

прісних вод в маловодних і аридних районах. Опріснення досягають або видаленням з води надлишків солей, або сепарацією молекул H_2O . Сепарація пов'язана в більшості випадків (крім методу екстракції і зворотного осмосу) з переходом води в пароподібний або твердий (лід) стан, тобто зі зміною її агрегатного стану.

У промисловому масштабі використовують 5 основних методів опріснення води: дистиляція, виморожування, зворотний осмос, електродіаліз, іонний обмін.

Дистиляційний процес є одним з найбільш дешевих, тому сьогодні як за кількістю опріснювальних установок, так і, особливо, за їх сумарною продуктивністю методи дистиляції займають домінуюче становище.

Продуктивність випарних опріснювальних установок істотно залежить від максимальної температури нагрівання опріснюваної води і ступеня рекуперації тепла. За характером використання теплової енергії та ступеня її рекуперації дистиляційні установки поділяють на одно-, багатоступінчасті і парокомпресійні.

Вартість теплової енергії становить 30-40% вартості опріснення води методом дистиляції. У зв'язку з цим в районах з високою інтенсивністю сонячної радіації знайшли застосування сонячні опріснювачі парникового типу або з концентрацією сонячного тепла дзеркальними відбивачами. Зазвичай максимальна температура нагрівання води в геліоустановках не перевищує 65-70°C, а їх продуктивність залежить від поверхні, що випаровує і коливається в межах до 4-5 л/м² на добу. Геліоустановки застосовують переважно для отримання невеликої кількості прісної води.

Опріснення води методом *виморожування* засноване на тому, що температура замерзання солоної води нижче температури замерзання прісної. Методи виморожування економічніше дистиляції. Оптимальним є охолодження води при 0°C. Важливою умовою є повільний плин термодинамічних процесів. Технологією цієї групи методів передбачена двоетапність процесу:

I етап – часткове опріснення льоду при повільному замерзанні води нижче 0°C (утворення агрегатів з кристалів прісного льоду, між якими є порожнечі, заповнені замерзшим розсолом);

II етап – отримання прісної води при повільному розтоплюванні льоду (спочатку тане і стікає з першими порціями води розсіл, лід опріснюється і при подальшому таненні утворюється прісна вода).

Мембранні методи є найпростішими, проте вони рентабельні лише при обробці води з невисоким вмістом солей.

Електродіалізний метод опріснення води заснований на принципі поділу солей в електричному полі через селективні напівпроникні іонітові мембрани: катіони солей, рухаючись під впливом електричного струму до катода, вільно проходять через катіонітові мембрани і затримуються аніонітових, аніони солей – навпаки. Поперемінне розміщення мембран в електродіалізі апараті обумовлює утворення камер опріснення води, що чергуються з камерами концентрату.

Метод *зворотного осмосу (гіперфільтрація)* заснований на опрісненні води шляхом фільтрації її під високим тиском (50-100 атм) через напівпроникні мембрани, які пропускають молекули води, але затримують більш крупні гідратовані іони розчинених у воді солей. Сьогодні широке застосування отримали мембрани з ацетатів целюлози, поліамідних сполук, поліакрилової кислоти, нейлону.

Метод *іонного обміну* широко застосовують для опріснення вод з вмістом солі до 2-3 г/л, пом'якшення і глибокого знесолення прісних вод. Заснований він на застосуванні практично нерозчинних у воді іонообмінних зернистих матеріалів – катіонітів і аніонітів.

Для опріснення води зазвичай використовують катіоніти у водневій і аніоніти в гідроксильній формах, тобто, попередньо заряджені відповідно обмінними катіонами водню (H-катіоніт) або гідроксильними аніонами (ОН-аніоніт). Реакції іонного обміну підкоряються закону дії мас, тому регенерація катіонітів і аніонітів при їх виснаженні відповідно здійснюється концентрованими в достатній мірі розчинами кислот і основ.

Опріснені води зазвичай не зовсім придатні для пиття, що зумовлює потребу у відповідному їх кондиціонуванні: поліпшенні органолептичних властивостей, доочищенню, корекції макро- і мікроелементного складу, знезараженні. Санітарно-технічні вимоги до якості початкових і опріснених вод, а також до застосування різних методів опріснення високомінералізованих вод для питних цілей відображені в документі ВООЗ "Гігієнічні аспекти опріснення води", 1980 р. ("Guidelines on Health Aspects of Water Desalination", Sidorenko GI, Rachmanin YA WHO, Geneva, ETS / 80.4. – 60 p.)

Дезактивація. Коагуляція, відстоювання і фільтрація води на водопроводах знижує вміст радіоактивних речовин у ній на 70-80%. З метою більш глибокої дезактивації воду фільтрують через катіоно- і аніонообмінні смоли.

Дефторування води. Показання до використання цього методу – підвищений (понад 1,5 мг/л) вміст фтору у воді і велика кількість серед населення хворих на флюороз зубів II і вище ступенів. Дефторування води показано лише тоді, коли для оздоровлення ендемічного вогнища флюорозу неможливо змінити джерело водопостачання або розбавляти його водою з низькою концентрацією фтору.

При дефторуванні концентрацію фтору у воді доводять до оптимальної для певної місцевості. Для видалення з води надлишку фтору запропоновано безліч методів, які можна розділити на реагентні (методи осадження) і фільтраційні. Реагентні методи ґрунтуються на сорбції фтору свіжоосадженими гідроксидами алюмінію або магнію. Цей метод рекомендується для обробки поверхневих вод, оскільки, крім фторування, досягається ще й освітлення, і знебарвлення.

Очищення води від надлишку фтору можна проводити за допомогою її фільтрування через аніонообмінні смоли. В якості іонообмінного матеріалу часто використовують активований і гранульований оксид алюмінію. Іноді зменшити вміст фтору у воді можна за рахунок розведення її водою з джерела з

мінімальною кількістю фтору.

Фторування води. Вибір дози фтору повинен забезпечити протикаріозний ефект. Однак, якщо вміст фтор-іона у воді перевищує 1,5-2,0 мг/л, це призведе до поразки населення флюорозом. Ось чому під час фторування води вміст у ній фтор-іона має бути в межах 70-80% від максимальних рівнів відповідно до різних кліматичних районів – в межах 0,7-1,5 мг/л.

Для фторування питної води можна використовувати фторвмісні сполуки, зокрема кремнефтористий натрій (Na_2SiF_6), кремнефтористу кислоту H_2SiF_6 , фторид натрію (NaF), кремнефтористий амоній $(NH_4)_2SiF_6$, фторид кальцію (CaF_2), фтористоводневу кислоту (HF) і т.п. Є два способи фторування води: протягом року однією дозою і посезонно зимовою та літньою дозами. У першому випадку протягом року додають однакову дозу фтору, яка відповідає кліматичним умовам населеного пункту. Якщо доза змінюється в залежності від сезону року, то в холодний період, коли середньомісячна температура повітря (в 13.00) не перевищує 17-18°C, воду можна фторувати на рівні 1 мг/л, а в теплий період (наприклад, у червні - серпні) – на більш низькому рівні. Це залежить від середньої максимальної температури (в 13.00) в ці місяці. Наприклад, при температурі 22-26°C використовують дозу 0,8 мг/л фтор-іона, при 26-30°C і вище – 0,7 мг/л.

5.2 Методи знезараження води

Вода природних джерел питного водопостачання, як правило, не відповідає гігієнічним вимогам до питної води і вимагає перед подачею населенню підготовки – очищення та знезараження.

Очищення води, що включає її освітлення і знебарвлення, є першим етапом у підготовці питної води. В результаті очищення з води віддаляються зважені речовини, яйця гельмінтів і значна частина мікроорганізмів. Але частина патогенних бактерій і вірусів проникає через очисні споруди і міститься в фільтрованій воді. Для створення надійного і керованого бар'єру на шляху можливої передачі через воду кишкових інфекцій та інших не менш небезпечних хвороб застосовується її знезараження, тобто знищення живих і вірулентних патогенних мікроорганізмів – бактерій і вірусів. Адже саме мікробіологічні забруднення води займають перше місце в оцінці ступеня ризику для здоров'я людини. Сьогодні доведено, що небезпека захворювань від присутніх у воді хвороботворних мікроорганізмів в тисячі разів вище, ніж при забрудненні води хімічними сполуками різної природи. Тому знезараження до меж, що відповідають встановленим гігієнічним нормативам, є обов'язковою умовою отримання води питної якості.

У практиці комунального водопостачання використовують реагентні (хлорування, озонування, вплив препаратами срібла), безреагентні (ультрафіолетові промені, вплив імпульсними електричними розрядами, гамма-променями та ін.) і комбіновані методи знезараження води. У першому випадку належний ефект досягається внесенням у воду біологічно активних хімічних сполук. Безреагентні методи знезараження передбачають обробку води фізичними впливами. А в комбінованих методах використовуються одночасно

хімічний та фізичний вплив.

При виборі методу знезараження слід враховувати небезпеку для здоров'я людини залишкових кількостей біологічно активних речовин, які застосовуються для знезараження або утворюються в процесі знезараження, можливість зміни фізико-хімічних властивостей води (наприклад, утворення вільних радикалів). Важливими характеристиками методу знезараження є також його ефективність відносно різних видів мікронаселення води, залежність ефекту від умов середовища.

При хімічних способах знезараження питної води для досягнення стійкого знезаражувального ефекту необхідно правильно визначити дозу реагенту, що вводиться, і забезпечити достатню тривалість його контакту з водою. Доза реагенту визначається пробним знезараженням або розрахунковими методами. Для підтримки необхідного ефекту при хімічних способах знезараження питної води доза реагенту розраховується з надлишком (залишковий хлор, залишковий озон), що гарантує знищення мікроорганізмів, що потрапляють у воду деякий час після знезараження.

При фізичних способах необхідно підвести до одиниці об'єму води задану кількість енергії, яка визначається як добуток інтенсивності впливу (потужності випромінювання) на час контакту.

Існують і інші обмеження у використанні того чи іншого методу знезараження води. На цих обмеженнях, а також на перевагах і недоліках методів знезараження ми докладно зупинимось нижче.

5.2.1 Реагентні (хімічні) методи знезараження питної води

Хлорування

Найпоширеніший і перевірений спосіб дезінфекції води – первинне хлорування. В даний час цим методом знезаражується 98,6% води. Причина цього полягає в підвищеній ефективності знезараження води та економічності технологічного процесу в порівнянні з іншими існуючими способами. Хлорування дозволяє не лише очистити воду від небажаних органічних і біологічних домішок, але і повністю видалити розчинені солі заліза і марганцю. Інша найважливіша перевага цього способу – його здатність забезпечити мікробіологічну безпеку води при її транспортуванні користувачеві завдяки ефекту післядії.

Істотний недолік хлорування – присутність в обробленій воді вільного хлору, яке погіршує її органолептичні властивості та є причиною утворення побічних галогеновмісних сполук (ГВС). Більшу частину ГВС складають тригалометани (ТГМ) – хлороформ, діхлорбромметан, дібромхлорметан і бромформ. Їх утворення обумовлено взаємодією сполук активного хлору з органічними речовинами природного походження. Цей процес розтягнутий у часі до декількох десятків годин, а кількість утворюваних ТГМ за інших рівних умов тим більше, чим вище рН води. Для усунення домішок потрібно доочищення води на вугільних фільтрах. В даний час гранично допустимі концентрації для речовин, що є побічними продуктами хлорування, встановлені в різних розвинених країнах у межах від 0,06 до 0,2 мг/л і відповідають сучасним науковим уявленням про ступінь їх небезпеки для здоров'я.

Для хлорування води використовуються такі речовини як власне хлор (рідкий або газоподібний), діоксид хлору та інші хлорвміщуючі речовини.

Хлор

Хлор є найбільш поширеним з усіх речовин, що використовуються для знезараження питної води. Це пояснюється високою ефективністю, простотою використововуваного технологічного обладнання, дешевизною застосовуваного реагенту – рідкого чи газоподібного хлору – і відносною простотою обслуговування.

Дуже важливою і цінною якістю використання хлору є його післядія. Якщо кількість хлору взято з деяким розрахунковим надлишком, так щоб після проходження очисних споруд у воді містилося 0,3-0,5 мг/л залишкового хлору, то не відбувається вторинного росту мікроорганізмів у воді.

Однак, хлор є сильнодіючою токсичною речовиною, що вимагає дотримання спеціальних заходів щодо забезпечення безпеки при його транспортуванні, зберіганні та використанні; заходів з попередження катастрофічних наслідків у надзвичайних аварійних ситуаціях. Тому ведеться постійний пошук реагентів, що поєднують позитивні якості хлору і не мають його недоліків.

Одночасно із знезараженням води протікають реакції окислення органічних сполук, при яких у воді утворюються хлорорганічні сполуки, що володіють високою токсичністю, мутагенністю та канцерогенністю. Подальше очищення води на активному вугіллі не завжди може видалити ці сполуки. Крім того, що ці хлорорганічні сполуки, що володіють високою стійкістю, стають забруднювачами питної води, вони, пройшовши через систему водопостачання та каналізації, викликають забруднення річок вниз за течією.

Присутність у воді побічних сполук – один з недоліків використання як газоподібного дезинфектанта, так і рідкого хлору (Cl_2).

Діоксид хлору

В даний час для знезараження питної води також пропонується застосування діоксиду хлору (ClO_2), який має низку переваг, таких як: більш висока бактерицидна та дезодоруюча дія, відсутність в продуктах обробки хлорорганічних сполук, поліпшення органолептичних якостей води, відсутність необхідності перевезення рідкого хлору. Однак діоксид хлору дорогий і повинен вироблятися на місці за досить складною технологією. Його застосування має перспективу для установок відносно невеликої продуктивності.

Дія на хвороботворну флору ClO_2 обумовлена не тільки високим вмістом при реакції вивільнюємого хлору, а й атомарним киснем, що утворюється. Саме це поєднання робить діоксид хлору більш сильним знезаражувальним агентом. Крім того, він не погіршує смак і запах води. Стримуючим фактором у використанні даного дезинфектанта до останнього часу була підвищена вибухонебезпечність, що ускладнювала його виробництво, транспортування і зберігання. Однак сучасні технології дозволяють усунути цей недолік за рахунок виробництва діоксиду хлору безпосередньо на місці застосування.

Гіпохлорит натрію

Технологія застосування гіпохлориту натрію (NaClO) заснована на його здатності розпадатися у воді з утворенням діоксиду хлору. Застосування концентрованого гіпохлориту натрію на третину знижує вторинне забруднення, порівняно з використанням газоподібного хлору. Крім того, транспортування і зберігання концентрованого розчину NaClO досить прості і не вимагають підвищених заходів безпеки. Також отримання гіпохлориту натрію можливо і безпосередньо на місці, шляхом електролізу. Електролітичний метод характеризують малі витрати і безпека; реагент легко дозується, що дозволяє автоматизувати процес знезараження води.

Хлорвмісні препарати

Застосування для знезараження води хлорвмісних реагентів (хлорного вапна, гіпохлориту натрію і кальцію) менш небезпечно в обслуговуванні і не вимагає складних технологічних рішень. Правда, реагентне господарство, що використовується при цьому, більш громіздке, що пов'язано з необхідністю зберігання великих кількостей препаратів (в 3-5 разів більше, ніж при використанні хлору). У стільки ж разів збільшується обсяг перевезень. При зберіганні відбувається часткове розкладання реагентів зі зменшенням вмісту хлору. Залишається необхідність влаштування системи припливно-витяжної вентиляції та дотримання заходів безпеки для обслуговуючого персоналу. Розчини хлорвмісних реагентів корозійно-активні і вимагають обладнання і трубопроводів з нержавіючих матеріалів або з антикорозійним покриттям.

Все більшого поширення, особливо на невеликих станціях водопідготовки, набувають установки з виробництва активних хлорвмісних реагентів електрохімічними методами. Кілька підприємств пропонують установки типу «Санер», «Санатор», «Хлорел-200» для виробництва гіпохлориту натрію методом діафрагменного електролізу кухонної солі.

Озонування

Перевага озону (O_3) перед іншими дезінфектантами полягає в притаманних йому дезінфікуючих та окислювальних властивостях, обумовлених виділенням при контакті з органічними об'єктами активного атомарного кисню, що руйнує ферментні системи мікробних клітин і окисляє деякі сполуки, які надають воді неприємний запах (наприклад, гумінові основи). Крім унікальної здатності знищення бактерій, озон має високу ефективність у знищенні спор, цист та багатьох інших патогенних мікробів. Історично застосування озону почалося ще в 1898 р. у Франції, де вперше були створені дослідно-промислові установки з підготовки питної води.

Кількість озону, необхідного для знезараження питної води, залежить від ступеня забруднення води і складає 1-6 мг/л при контакті в 8-15 хв.; кількість залишкового озону має становити не більше 0,3-0,5 мг/л, тому більш висока доза додає воді специфічний запах і викликає корозію водопровідних труб.

З гігієнічної точки зору озонування води – один з кращих способів знезараження питної води. При високому ступені знезараження води воно забезпечує її найкращі органолептичні показники і відсутність високотоксичних і канцерогенних продуктів в очищеній воді.

Обмеженнями для поширення технології озонування є висока вартість обладнання, велика витрата електроенергії, значні виробничі витрати, а також необхідність висококваліфікованого обладнання. Останній факт зумовив використання озону лише при централізованому водопостачанні. Крім того, в процесі експлуатації встановлено, що в ряді випадків (якщо температура оброблюваної природної води перевищує 22°C) озонування не дозволяє досягти необхідних мікробіологічних показників по причині відсутності ефекту пролонгації дезинфікуючого впливу.

Метод озонування води технічно складний і найбільш дорогий серед інших методів знезараження питної води. Технологічний процес включає послідовні стадії очищення повітря, його охолодження і осушення, синтезу озону, змішування озоноповітряної суміші з оброблюваною водою, відведення та деструкції залишкової озоноповітряної суміші, виведення її в атмосферу. Все це обмежує використання даного методу в повсякденному житті.

Іншим істотним недоліком озонування є токсичність озону. Гранично допустимий вміст цього газу в повітрі виробничих приміщень – 0,1 г/м³. До того ж існує небезпека вибуху озоноповітряної суміші.

Існуючі конструкції сучасних озонаторів представляють собою велику кількість близько розташованих осередків, утворених електродами, один з яких знаходиться під високою напругою, а другий – заземлений. Між електродами з певною періодичністю виникає електричний розряд, в результаті якого в зоні дії осередків з повітря утворюється озон. Отриманою озоноповітряною сумішшю барботують оброблювану воду. Підготовлена таким чином вода за смаком, запахом та іншим властивостям перевершує воду, оброблену хлором.

Інші реагентні засоби дезинфекції води

Застосування важких металів (мідь, срібло та ін.) для знезараження питної води засновано на використанні їх «олігодинамічної» властивості – здатності надавати бактерицидну дію в малих концентраціях. Ці метали можуть вводитися у вигляді розчинів солей або методом електрохімічного розчинення. В обох цих випадках можливий непрямий контроль їх вмісту у воді. Слід зауважити, що ГДК іонів срібла та міді в питній воді досить жорсткі, а вимоги до води, що скидається в рибогосподарські водойми, ще вище.

До хімічних способів знезараження питної води відноситься також широко застосовуване на початку 20 ст. знезараження з'єднаннями бромоводню, що володіють більш вираженими бактерицидними властивостями, ніж хлор, але вимагають і більш складної технології. У сучасній практиці для знезараження питної води йодуванням пропонується використовувати спеціальні іоніти, насичені йодом. При пропусканні через них води йод поступово вимивається з іоніту, забезпечуючи необхідну дозу у воді. Таке рішення прийнятно для малогабаритних індивідуальних установок. Істотним недоліком є зміна концентрації йоду під час роботи і відсутність постійного контролю його концентрації.

Застосування активованого вугілля і катіонітів, насичених сріблом, наприклад, С-100 Ag або С-150 Ag фірми «Purolite», переслідує мету не «сріблення» води, а запобігання розвитку мікроорганізмів при припиненні руху

води. При зупинках створюються ідеальні умови для їх розмноження – велика кількість органіки, затриманої на поверхні частинок, їх величезна площа і підвищена температура. Наявність срібла в структурі цих частинок різко зменшує ймовірність обсіменіння шару завантаження. Срібловмісні катіоніти розробки ВАТ НІПМ - КУ-23СМ і КУ-23СП – містять в собі значно більшу кількість срібла і призначені для знезараження води в установках невеликої продуктивності.

5.2.2 Фізичні методи знезараження питної води

Кип'ятіння

З фізичних способів знезараження води найбільш поширеним і надійним (зокрема, в домашніх умовах) є кип'ятіння.

При кип'ятінні відбувається знищення більшості бактерій, вірусів, бактеріофагів, антибіотиків та інших біологічних об'єктів, які часто містяться у відкритих вододжерелах, а як наслідок і в системах центрального водопостачання.

Крім того, при кип'ятінні води видаляються розчинені в ній гази і зменшується жорсткість. Смакові якості води при кип'ятінні змінюються мало. Правда для надійної дезінфекції рекомендується кип'ятити воду протягом 15-20 хвилин, тому при короткочасному кип'ятінні деякі мікроорганізми, їх спори, яйця гельмінтів можуть зберегти життєздатність (особливо якщо мікроорганізми адсорбовані на твердих частках). Однак застосування кип'ятіння в промислових масштабах, звичайно ж, не представляється можливим через високу вартість методу.

Ультрафіолетове випромінювання

Обробка УФ-випромінюванням – перспективний промисловий спосіб дезінфекції води. При цьому застосовується світло з довжиною хвилі 254 нм (або близькою до неї), який називають бактерицидним. Дезінфікуючі властивості такого світла обумовлені їх дією на клітинний обмін і особливо на ферментні системи бактеріальної клітини. При цьому бактерицидне світло знищує не тільки вегетативні, але і спорові форми бактерій.

Сучасні установки УФ-знезараження мають продуктивність від 1 до 50000 м³/год і являють собою виконану з нержавіючої сталі камеру з розміщеними всередині УФ-лампами, захищеними від контакту з водою прозорими кварцевими чохлами. Вода, проходячи через камеру знезараження, безперервно піддається опроміненню ультрафіолетом, який вбиває всі мікроорганізми, що знаходяться в ній. Найбільший ефект знезараження питної води досягається при розташуванні УФ-установок після всіх інших систем очищення, якомога ближче до місця кінцевого споживання.

Цей спосіб прийнятний як в якості альтернативи, так і доповнення до традиційних засобів дезінфекції, оскільки абсолютно безпечний і ефективний.

Важливо відзначити, що на відміну від окисних способів при УФ-опроміненні не утворюються вторинні токсини, і тому верхнього порогу дози ультрафіолетового опромінення не існує. Збільшенням дози майже завжди можна домогтися бажаного рівня знезараження.

Крім того УФ-опромінення не погіршує органолептичні властивості води,

тому може бути віднесено до екологічно чистих методів її обробки.

Разом з тим, і цей спосіб має певні недоліки. Подібно озонуванню, УФ-обробка не забезпечує пролонгованої дії. Саме відсутність післядії робить проблематичним її застосування у випадках, коли часовий інтервал між впливом на воду і її споживанням досить великий, наприклад у випадку централізованого водопостачання. Для індивідуального водопостачання УФ-установки є найбільш привабливими.

Крім того, можливі реактивація мікроорганізмів і навіть вироблення нових штамів, стійких до променевої поразки.

Цей спосіб вимагає найсуворішого дотримання технології. Організація процесу УФ-зnezараження вимагає великих капітальних вкладень, ніж хлорування, але менших, ніж озонування. Більш низькі експлуатаційні витрати роблять УФ-зnezараження та хлорування порівнянними в економічному плані. Витрата електроенергії незначна, а вартість щорічної заміни ламп становить не більше 10% від ціни установки.

Фактором, що знижує ефективність роботи установок УФ-зnezараження при тривалій експлуатації, є забруднення кварцових чохлах ламп відкладеннями органічного і мінерального складу. Великі установки забезпечуються автоматичною системою очищення, що здійснює промивку шляхом циркуляції через установку води з додаванням харчових кислот. В інших випадках застосовується механічна очистка.

Іншим чинником, що знижує ефективність УФ-зnezараження, є каламутність вихідної води. Розсіювання променів значно погіршує ефективність обробки води.

Електроімпульсний засіб

Досить новим способом зnezараження води є електроімпульсний спосіб – використання імпульсних електричних розрядів (ІЕР).

Суть методу полягає у виникненні електрогидравлічного удару, так званого ефекту Л. А. Юткіна.

Технологічний процес складається з шести ступенів:

- ✓ подача рідини в робочий об'єм при рівномірному профілі розподілу швидкості (причому робочий об'єм заповнюють з повітряним проміжком, а рівномірний профіль розподілу рідини допомагає зменшити енергоємність процесу),
- ✓ зарядку накопичувача електроенергії в режимі постійної потужності,
- ✓ ініціювання одного або серії електричних розрядів у рідині при швидкості наростання переднього фронту напруги не менше 1010 В/с (енергію дозують шляхом відліку зарядів),
- ✓ посилення ефекту руйнування мікроорганізмів за рахунок формування хвиль розтягування при відображенні хвиль стиснення, утворених електричним розрядом від вільної поверхні рідини,
- ✓ придушення або гасіння ударних хвиль у магістралях, що підводять і відводять рідину, для виключення їх руйнування,
- ✓ відведення зnezараженої рідини з робочого об'єму.

Крім того, в окремому випадку можливо ініціювання електричних розрядів в обсязі, відокремленому від робочого об'єму середовищем, що зберігає або збільшує амплітуду хвиль стиснення. Прикладом матеріалу, що є середовищем, що зберігає амплітуду хвилі на кордоні з водою, може бути пінополістирол.

У процесі знезараження питної води електроімпульсним способом відбувається велика кількість явищ: потужні гідравлічні процеси, освіта ударних хвиль надвисокого тиску, утворення озону, явища кавітації, інтенсивні ультразвукові коливання, виникнення імпульсивних магнетичних і електричних полів, підвищення температури. Результатом усіх цих явищ є знищення у воді практично всіх патогенних мікроорганізмів. Дуже важливо зауважити, що вода, оброблена ІЕР, набуває бактерицидні властивості, які зберігаються до 4 місяців.

Основною перевагою електроімпульсного способу знезараження питної води є екологічна чистота, а так само можливість використання у великих обсягах рідини.

Однак цей спосіб має ряд недоліків, зокрема відносно високу енергоємність ($0,2-1 \text{ кВтг/м}^3$) і, як наслідок – дорожнечу.

Електрохімічний метод

Серійно виробляються установки «Ізумруд», «Сапфір», «Аквамін» і т.п. Їх робота заснована на пропущенні води через електрохімічний діафрагмовий реактор, розділений ультрафільтраційною металлокерамічною мембраною на катодну і анодну область. При подачі постійного струму в катодній і анодній камерах відбувається утворення лужного і кислого розчинів, електролітичне утворення активного хлору. У цих середовищах гинуть практично всі мікроорганізми і відбувається часткове руйнування органічних забруднень. Конструкція проточного електрохімічного елемента добре відпрацьована, і набором з різного числа таких елементів отримують установки заданої продуктивності.

Знезараження ультразвуком

У деяких випадках для знезараження води використовується ультразвук. Вперше цей метод був запропонований в 1928 р. Механізм дії ультразвуку до кінця неясний. З цього приводу висловлюються наступні припущення:

- ✓ ультразвук викликає утворення пустот в сильно завихреному просторі, що веде до розриву клітинної стінки бактерії;
- ✓ ультразвук викликає виділення розчиненого в рідині газу, а бульбашки газу, що знаходяться в бактеріальній клітині, викликають її розрив.

Перевагою використання ультразвуку перед багатьма іншими засобами знезараження стічних вод служить його нечутливість до таких факторів, як висока мутність і кольоровість води, характер і кількість мікроорганізмів, а також наявність у воді розчинених речовин.

Єдиний фактор, який впливає на ефективність знезараження стічних вод ультразвуком – це інтенсивність ультразвукових коливань. Ультразвук – це звукові коливання, частота яких знаходиться значно вище рівня чутності. Частота ультразвуку від 20000 до 1000000 Гц, наслідком чого і є його здатність згубним чином позначатися на стані мікроорганізмів. Бактерицидна дія

ультразвуку різної частоти вельми значна і залежить від інтенсивності звукових коливань.

Знезараження та очищення води ультразвуком вважається одним з новітніх методів дезінфекції. Ультразвуковий вплив на потенційно небезпечні мікроорганізми не часто застосовується у фільтрах знезараження питної води, проте його висока ефективність дозволяє говорити про перспективність цього методу знезараження води, не дивлячись на його дорожнечу.

Радіаційне знезараження

Є пропозиції використання для знезараження води гамма-випромінювання.

Гамма-установки типу РХУНД працюють за такою схемою: вода надходить у порожнину сітчастого циліндра приймально-розділового апарату, де тверді включення захоплюються вгору шнеком, віджимаються в дифузори і направляються в бункер – збірник. Потім вода розбавляється умовно чистою водою до певної концентрації і подається в апарат гамма-установки, в якому під дією гамма-випромінювання ізотопу Co^{60} відбувається процес знезараження.

Гамма-випромінювання пригнічує дію на активність мікробних дегідраз (ферментів). При великих дозах гамма-випромінювання гине більшість збудників таких небезпечних захворювань як тиф, поліомієліт та ін.

Інші фізичні методи

До фізико-хімічних методів знезараження води слід віднести використання з цією метою іонообмінних смол. G. Gillissen (1960) показав здатність аніонообмінних смол звільняти рідину від бактерій групи *coli*. Можлива регенерація смоли. У нас Є. В. Штанніков (1965) встановив можливість очищення води від вірусів іонообмінними полімерами. На думку автора цей ефект пов'язаний як із сорбцією вірусу, так і з його денатурацією за рахунок кислотної або особливо лужної реакції. В іншій роботі Штаннікова вказується на можливість знезараження води іонактивними полімерами, де знаходиться токсин ботулізму. Знезараження відбувається за рахунок окислення токсину і його сорбції.

Крім зазначених вище фізичних факторів вивчалася можливість знезараження води струмами високої частоти, магнітною обробкою.

Комплексне знезараження

У багатьох випадках найбільш ефективним виявляється комплексне застосування реагентних і безреагентних методів знезараження води. Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як найвищу ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоураження води. Так, обробкою води басейнів УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням досягається не тільки висока ступінь знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і, як наслідок, суттєва економія коштів на витраті хлору і поліпшення обстановки в самому басейні.

Аналогічно поширюється використання озонування, при якому знищується мікрофлора і частина органічних забруднень, з подальшим щадящим хлоруванням, що забезпечує відсутність вторинного біоураження

води. При цьому різко скорочується утворення токсичних хлорорганічних речовин.

Оскільки всі мікроорганізми характеризуються певними розмірами, пропускаючи воду через фільтруючу перегородку з розмірами пор меншими, ніж мікроорганізми, можна повністю очистити від них воду. Так, фільтруючі елементи, що мають розмір пор менше 1 мікрона, вважаються знепліднюючими, тобто стерилізуючими. Хоча при цьому з води видаляються тільки бактерії, але не віруси. Для більш «тонких» процесів, коли неприпустима присутність будь-яких мікроорганізмів, наприклад, у мікроелектроніці, застосовують фільтри з порами розміром не більше 0,1-0,2 мкм.

Контрольні запитання



1. У чому полягає кондиціонування мінерального складу води?
2. Опишіть основні методи дезодорації води.
3. Опишіть методи пом'якшення води.
4. Розкрийте поняття фторування і де фторування води.
5. Опишіть реагентні методи знезараження води.
6. Опишіть фізичні методи знезараження води.
7. Які переваги та недоліки кожного метода знезараження води?

ЗМ 2 САНІТАРНІ ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУД. ОРГАНІЗАЦІЯ САНІТАРНОГО НАГЛЯДУ ЗА СИСТЕМАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

ТЕМА 6 Санітарні вимоги до розміщення та експлуатації каналізаційних та водопровідних споруд

6.1 Водопровідні споруди

Для проведення систематичного санітарного нагляду за ходом будівництва водопровідних споруд санітарний лікар з комунальної гігієни повинен відвідувати такі об'єкти не рідше 1 разу на квартал. При цьому він перевіряє: чи ведеться будівництво відповідно до затвердженого проекту; чи відповідають терміни будівництва затвердженим графіком виконання будівельних робіт.

Відвідуючи об'єкт, необхідно оглядати споруджувані споруди, в тому числі умови зберігання водопровідних труб до їх укладання в траншеї (отвори труб повинні бути закриті спеціальними пробками, щоб виключити можливість попадання в труби відходів, бруду, поверхневих вод) та способи укладання труб (попереднє закладення стиків). Перевіряють також акти на виконання прихованих робіт (проведення гідроізоляційних заходів на всіх резервуарах і ємностях, закладення стиків між обсадними трубами свердловин, закладення міжтрубного і затрубного просторів, застосовувані полімерні матеріали і т.д.). Результати кожного відвідування оформляють актом.

Прийняття в експлуатацію свердловин проводиться таким чином. Вивчають проект свердловини, буровий журнал, журнали пробних відкачок, огляду матеріалів (зокрема, визначають, які застосовувалися синтетичні матеріали) та ін. Потім оглядають свердловину, звертаючи увагу на наступне: а) чи виведені вище поверхні землі (не менше ніж на 0,5 м) всі труби, зазначені в проекті; б) чи проведена утрамбовка бурової шахти (прямку) м'ятою глиною; в) чи є міжтрубна та затрубна цементация. Знайомляться з результатами пробного будівельного відкачування, яке роблять до повного освітлення води зі свердловини. Проби води для бактеріологічного та хімічного аналізів відбирають наприкінці тривалої відкачки, при продуктивності, що трохи перевищує проектну. Санітарний лікар дає позитивний висновок про можливість введення в експлуатацію свердловини тільки при повному виконанні проекту і при відповідності якості води, що подається, вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Якщо свердловина прийнята в експлуатацію, будують павільйон або шахту, роблять установку водопідйомника та обладнання свердловини, після чого свердловина готова до експлуатації разом з іншими спорудами водопроводу.

6.1.1 Прийняття в експлуатацію збудованих водопровідних споруд

Виробляється в 2 етапи: спочатку робочою комісією, а потім державною. Робоча комісія створюється замовником за обов'язкової участі в ній представників замовника, проектних і будівельних організацій, органів

санітарного та пожежного нагляду, а також ряду інших зацікавлених організацій. Робоча комісія перевіряє відповідність виконаних будівельно-монтажних робіт проектній документації, дає висновок за результатами пробної експлуатації обладнання та про можливість пред'явлення об'єкта до прийняття державною комісією.

У процесі пробної експлуатації водопроводу проводиться наступна робота. Спорудження та установки, призначені для обробки води, промивають і дезінфікують. Дезінфекцію відстійників, змішувачів і фільтрів проводять шляхом заповнення їх на 5-6 ч хлорною водою з вмістом 75-100 мг/дм³ активного хлору. Можна використовувати воду, що містить 40-50 мг/дм³ активного хлору, але при експозиції не менше 24 год. З плином часу контакту хлорну воду видаляють, а спорудження промивають чистою водою до зниження вмісту в ній активного хлору до 0,3-0,5 мг/дм³. Таким же чином при введенні в експлуатацію після очищення або ремонту знезаражуються розчинні баки малої місткості. Для дезінфекції великих ємностей їх стіни і дно рясно зрошують зі шланга або гідропульта хлорною водою з концентрацією активного хлору 200-250 мг/дм³. Через 1-2 год. ці поверхні промивають чистою водою. Після заповнення резервуарів та дворазових задовільних бактеріологічних аналізів, наступних один за одним з інтервалами, достатніми для повного обміну води, їх закривають, пломбують і дозволяють експлуатацію.

Дезінфекцію свердловин роблять після відкачування води. Спочатку знезаражують затоплену частину свердловини, для чого в ній на кілька метрів нижче статичного рівня встановлюють пневматичну пробку, накачуючи в неї стисле повітря. Весь обсяг свердловини вище пробки заповнюють на 3-6 годин хлорною водою, що містить 50-100 мг/дм³ активного хлору. Потім пробку витягують і хлорну воду за допомогою спеціального змішувача вводять в підводну частину свердловини (тобто від статичного рівня до забою) з таким розрахунком, щоб концентрація активного хлору після перемішування з водою в свердловині була не менше 50 мг/дм³. Через 3-6 годин контакту воду зі свердловини відкачують до зникнення помітного запаху хлору (або до негативної реакції на активний хлор) і відбирають пробу води для контрольного бактеріологічного та хімічного досліджень.

Перед прийманням в експлуатацію водопровідної мережі роблять її випробування на міцність і герметичність (заповнюють її водою під тиском, що в 2 рази перевищує величину робочого тиску) і попереднє очищення шляхом тривалої (протягом 4-5 год.) та інтенсивної промивки при швидкості руху води 1, 2-1,5 м/с. Потім водопровідні труби заповнюють хлорною водою з вмістом активного хлору 75-100 мг/дм³ не менше ніж на 6 годин. Після контакту з хлорною водою мережу промивають чистою водою. Відбирають проби води для бактеріологічного та хімічного досліджень.

Після промивання та дезінфекції головних водопровідних споруд та мережі дозволяють пуск водопроводу і пробну експлуатацію, яка повинна тривати не менше 48 годин. У процесі пробної експлуатації проводять лабораторні дослідження води для перевірки ефективності роботи всіх

водопровідних споруд.

Після позитивного висновку (акта) робочої комісії водопровід приймає в експлуатацію державна приймальна комісія, до складу якої входять представники державного санітарного нагляду. Комісія знайомиться з затвердженим проектом водопроводу, експертним заключенням за проектом СЕС, перевіряє акти на приховані роботи, акти проміжного приймання окремих вузлів і конструкцій, а також акт робочої комісії, встановлює відповідність збудованого об'єкта затвердженому проекту і готовність його експлуатації та при відсутності недоробок і дефектів складає акт приймання в експлуатацію всього об'єкта в цілому.

6.2 Каналізаційні споруди

6.2.1 Поточний та попереджувальний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд включає:

- 1) виявлення джерел забруднення та вивчення їх впливу на водойму, водокористування і здоров'я населення;
- 2) санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх опадів для подальшого обліку та паспортизації об'єктів;
- 3) періодичний санітарний контроль за експлуатацією, утриманням та ефективністю роботи очисних каналізаційних споруд з використанням даних санітарного обстеження і лабораторного аналізу стічних вод;
- 4) періодичний (1 раз на 3 роки) контроль за дотриманням умов випуску стічних вод на діючих об'єктах;
- 5) розробку планів заходів, спрямованих на зменшення забруднення водойм, узгодження цих планів з зацікавленими організаціями та відомствами.

Попереджувальний санітарний нагляд

Попереджувальний санітарний нагляд включає:

- 1) участь у виборі і відведення земельної ділянки під будівництво споруд з очищення стічних вод, а також у виборі способу і місця випуску стічних вод у водойму;
- 2) визначення (розрахунок) умов випуску у водні об'єкти всіх проєктованих випусків виробничих, господарсько-побутових та зливових стічних вод;
- 3) участь у санітарній експертизі проєктів будівництва реконструкції або розширення каналізації населених місць та інших об'єктів, стічні води яких можуть служити джерелом забруднення водойм;
- 4) контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних вимог у процесі будівництва каналізації та очисних споруд; участь у прийманні їх в експлуатацію та пусконаладжувальних роботах.

6.2.2 Санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх осадів

У практичній діяльності санітарного лікаря з комунальної гігієни програма санітарного обстеження очисних каналізаційних споруд включає

наступні завдання:

- 1) складання паспорта об'єкта;
- 2) санітарний контроль за ефективністю роботи очисних споруд;
- 3) з'ясування причин погіршення якості очищення і невідповідності умов випуску при аварійних ситуаціях.

Для реалізації будь-якого з зазначених завдань потрібно провести санітарно-топографічне, санітарно-технічне та санітарно-епідеміологічне обстеження.

Основною метою *санітарно-топографічного обстеження* очисних станцій є виявлення порушень гігієнічних вимог, що пред'являються до вмісту і експлуатації території, окремих споруд, очисної станції в цілому і СЗЗ.

Територія очисної станції повинна бути огорожена, упорядкована і освітлена. Розміри СЗЗ від каналізаційних споруд до меж житлової забудови, громадських будівель і підприємств харчової промисловості повинні відповідати вимогам ДБН [3, п. 17.1].

Несприятливий вплив очисних каналізаційних станцій може проявлятися внаслідок поширення неприємних запахів, шуму, бактеріального та хімічного забруднення ґрунту, підземних і поверхневих вод, атмосферного повітря, через вирощувані поблизу очисних станцій або очисних споруд овочі, ягоди, фрукти, а також при прямому контакті людей зі стічною рідиною (робітники, діти).

Основними шляхами запобігання цих видів несприятливих впливів є достатній ступінь благоустрою території очисної станції, дотримання гігієнічних вимог до її вмісту, відсутність органічних і гідравлічних перевантажень очисних споруд, висока ефективність їх роботи, правильність влаштування окремих споруд, своєчасні налагодження, ремонт очисної станції в цілому та окремих споруд, постійний санітарний контроль за їх роботою, достатність розмірів СЗЗ, їх корекція відповідно до панівним напрямом вітру, відповідність ступеня очищення води умовами випуску.

Санітарно-технічне обстеження повинно включати перевірку правильності влаштування, утримання та експлуатації споруд з очищення, доочищення, знешкодження та знезараження стічних вод та їх осадів. Для здійснення цього виду роботи необхідно знати гігієнічні та основні санітарно-технічні вимоги, пропоновані до очисної станції в цілому і до окремих очисних каналізаційних споруд. Ці вимоги викладені в ДБН [3].

Санітарно-епідеміологічне обстеження проводиться з метою виявлення впливу стічних вод на захворюваність персоналу очисної станції і населення, що проживає поблизу, кишковими інфекціями (з водним механізмом передачі) і геогельмінтозами. Захворюваність персоналу вивчають за листками непрацездатності.

При поточному санітарному нагляді залежно від наміченого завдання здійснюється поглиблене і поточне санітарне обстеження. Поглиблене обстеження рекомендується проводити за спеціально складеною картою [16, с. 135]. При заповненні пунктів цієї карти необхідно керуватися ДБН [3], методичними вказівками, рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України та іншими офіційними документами в галузі санітарної охорони

водних об'єктів. Даючи гігієнічну оцінку технологічним параметрам окремих споруд або очисній станції в цілому, необхідно звернути увагу на основні характерні для даної споруди параметри. Наприклад, в пісковловлювачах швидкість руху потоку повинна бути 0,15-0,3 м/с, в септиках час перебування стічних вод 1-3 доби, періодичність видалення осаду з септика 1-2 рази на рік. В аеротенках повного окислення час аерації повинен складати не менше 24 годин, органічне навантаження не повинно перевищувати 0,1 г БПК₅ на 1 г мулу на добу, а доза активного мулу – 2,5-4 г/л; в капельних біофільтрах гідравлічне навантаження повинно бути не більше 3 м³/м² на добу, а високонавантажуваних – 10-30 м³/м² на добу, а окислювальна потужність в капельних – 200 г БПК₅ на 1 м³ завантаження і т.д.

Слід зазначити, що навантаження по масі для звичайних аеротенків не повинно перевищувати 1 г БПК₅ на 1 г мулу на добу, муловий індекс – 100 мг/г.

Повне або поточне санітарне обстеження очисної станції набагато простіше поглибленого, тому що можна обмежитися вивченням паспорта об'єкта і попередніх актів санітарного обстеження. Якщо таких немає, то санітарний лікар складає програму поточного санітарного обстеження, в яку включає такі основні питання:

- 1) наявність відхилень від проекту очисних споруд;
- 2) відповідність принципової схеми очисних споруд даній кількості стічних вод;
- 3) правильність влаштування, утримання та експлуатації очисних споруд, територій, наявність СЗЗ, її відповідність гігієнічним вимогам;
- 4) кількість поступаючих стічних вод, якість і ефективність очищення;
- 5) дотримання умов випуску стічних вод;
- 6) перевірка виконання графіку профілактичного ремонту обладнання;
- 7) робота відомчої лабораторії. Закінчується планове (поточне) санітарне обстеження складанням акта санітарного обстеження очисних споруд.

При аварійних ситуаціях програма обстеження визначається залежно від порушень технології обробки води при різкому збільшенні кількості стічних вод, спуску в каналізаційну мережу промислових стічних вод, виході з ладу основного та резервного обладнання. Обстежуючи очисні станції в зазначених умовах, санітарний лікар бере участь у розробці та погодженні плану заходів з ліквідації наслідків аварії.

Результати обстеження заносяться в акт санітарного обстеження.

Під час санітарного обстеження очисних станцій санітарний лікар повинен враховувати, що основними причинами порушення їх нормальної роботи зазвичай є:

- 1) перевантаження споруд;
- 2) приплив виробничих стічних вод, що не відповідає вимогам для прийому їх до побутової каналізації;
- 3) залпове надходження стічних вод;
- 4) перерва в електропостачанні;
- 5) недотримання термінів (за графіком) капітального та планово-попереджувального ремонту споруд та електромеханічного обладнання;

б) порушення обслуговуючим персоналом правил технічної експлуатації очисних споруд та правил техніки безпеки.

При обстеженні очисних споруд встановлюють, на який об'єм стоків вони проектувалися, яка схема обробки води була прийнята і яка очікувалася ефективність очищення, а також повністю або частково закінчено будівництво очисних споруд і не були допущені відхилення від проекту в процесі будівництва. Обстеження починають з огляду майданчика очисної станції. Потім з'ясовують фактичну кількість стоків, що надходять на очисні споруди протягом доби. Для цього використовують показання спеціальних вимірювальних приладів, дані про роботу насосів або технічний персонал робить спеціальні виміри в присутності особи, що проводить обстеження. Обстеження окремих очисних споруд проводять по ходу технологічного процесу обробки стічної рідини.

При обстеженні грат санітарний лікар з'ясовує кількість затримуваних відходів і спосіб видалення та знешкодження їх. На великих очисних станціях продуктивністю понад 200 м³/добу відходи піддають дробленню, на малих – їх вивозять в місця загального знешкодження (удосконалені звалища) або компостують на місці. Важливо перевірити санітарно-технічний стан приміщень, в яких розташовуються грати (кратність вентиляції з притоку повинна становити не менше 3), наявність і вміст побутових приміщень.

Найбільш частою причиною незадовільної роботи пісковловлювачів є їх перевантаження. У цьому випадку в пробах води після пісковловлювачів виявляють пісок. Якщо пісковловлювач працює з недовантаженням, то в осаді міститься велика кількість органічних речовин. Для усунення цих недоліків у роботі пісковловлювачів необхідна регуляція надходження стічної рідини в кожен секцію.

Підвищене винесення осаду з первинних відстійників може бути обумовлене перевантаженням відстійників, руйнуванням водозливів, засміченням гребенів, руйнуванням центральної труби і відбиваючого щита. Відповідно до зазначених причин використовують такі способи підвищення ефективності відстоювання: зменшення подачі стічної рідини, очищення гребенів водозливу, ремонт центральної труби, що подає стічну рідину. Винос жирових і плаваючих частинок з відстійника зазвичай пояснюється тим, що гребені жирового лотка встановлені не за проектом або зруйновані переливні дошки. Виділення великої кількості газів і спливання осаду свідчать про несвоєчасне видалення осаду з відстійників.

При санітарному обстеженні споруд біологічного очищення з активним мулом санітарний лікар встановлює основні технологічні параметри, що характеризують процес біохімічної очистки стічних вод і визначають ефективність роботи споруд: навантаження, швидкість окислення, окислювальну потужність, відносний і питомий приріст мулу, муловий індекс.

Якщо при обстеженні аеротенків виявлено факт загибелі активного мулу (відсутність пластівців, спливання), то це може бути обумовлено високими навантаженнями забруднень, недостатньою аерацією муловодяної суміші, надходженням токсичних речовин. У таких випадках санітарний лікар може

рекомендувати повну заміну середовища в аеротенках, додавання свіжого активного мулу і посилення аерації. Поява на поверхні рідини в аеротенку великих бульбашок повітря може свідчити про прорив фільтроносних пластин.

Основним технологічним параметром, що визначає ефективну роботу біофільтрів, є окислювальна потужність. Під окислювальною потужністю біофільтра розуміють кількість органічних речовин, яке може бути окислено і тим самим видалено з стічної рідини на добу на 1 м^3 завантажувального матеріалу. Гідравлічне навантаження на краплинні біофільтри не повинне перевищувати 3, а на високонавантажувані $10\text{-}30 \text{ м}^3/\text{м}^2$ на добу.

Найбільш частою причиною незадовільної роботи біофільтрів є зменшення їх пропускної спроможності в результаті замулювання фільтруючого матеріалу відмираючою біоплівкою. Для усунення цього санітарний лікар може рекомендувати промивку поверхні завантаження хлорною водою з розрахунку $30\text{-}50 \text{ г}$ активного хлору на 1 м^3 завантаження.

При обстеженні біофільтрів важливо встановити періодичність спрацьовування сифонів. Для ефективної роботи біофільтрів спорожнення сифонів повинно проводитися не частіше одного разу на 5 хв. При частому засміченні спринклерів рекомендується встановити перед біофільтром грати з розміром отворів не більше 10 мм.

Різке збільшення виносу активного мулу з вторинних відстійників може бути пов'язано з нерівномірним навантаженням, збільшенням концентрації активного мулу, несвоєчасним видаленням осаду.

Сірий колір збродженого осаду, що видаляється з метантенка, різкий запах сірководню та рН менше 6,5 свідчать про початок кислого бродіння. Щоб процес збродження осаду здійснювався у фазі метанового бродіння, необхідно на час припинити подачу сирого осаду та інтенсивно перемішати вміст метантенка інжекторами, мішалкою або гідроелеваторами.

Іноді спостерігається закислення осаду зі збільшенням вмісту легких жирних кислот і зниженням рН. Таке порушення процесу бродіння обумовлено надходженням з промисловими стоками кислотних осадів солей важких металів та інших токсичних речовин. Для ліквідації цієї причини незадовільної роботи метантенків необхідно вивантажити частину осаду і додати свіжий.

При обстеженні споруд ґрунтового очищення стічних вод (поля зрошення і фільтрації) необхідно, насамперед, з'ясувати, чи відповідають величини навантажень стічних вод місцевим ґрунтовим, кліматичним і гідрогеологічним умовам.

Навантаження на комунальні поля зрошення і фільтрації не повинні перевищувати величин, зазначених у ДБН [3]. Навантаження на землеробські поля зрошення розраховується залежно від виду вирощуваних культур, періоду поливу (влагозарядковий, вегетаційний) і забезпеченості ґрунту вологою. Особливо ретельній перевірці підлягає спосіб зрошення. Спосіб зрошення (по борознах, смугах, суцільний затоку, дощування, підземне зрошення) має відповідати виду вирощуваних культур і ступеня чистоти стічних вод.

Без обмеження по якості стічних вод і способу поливу може проводитися зрошення пасовищ, полив з технічними і кормовими культурами. Для зрошення

угідь з овочевими культурами необхідні повна біологічна очистка стічних вод та їх дегельмінтизація. В умовах ґрунтового очищення найбільш прийнятним способом дегельмінтизації стічних вод є пристрій біологічних ставків.

В програму обстеження біологічних ставків необхідно включити такі питання: 1) характер використання протягом року; 2) чи є ставки самостійними очисними спорудами або застосовуються для доочищення стічних вод після біологічного очищення на інших спорудах; 3) загальна площа ставків, їх число, глибина (мінімальна, максимальна), місткість кожного з них; 4) добове навантаження стічних вод на 1 га поверхні ставків і його відповідність прийнятим нормативам; 5) тривалість перебування стічної рідини в біологічних ставках; 6) розташування ставків по відношенню до житлової зони, до відкритої водойми; місце надходження стічних вод, що пройшли біологічні ставки, у водойму (вище, нижче житлової забудови) і місце господарсько-побутового використання водойми; 7) санітарний стан ставків (наявність на дні мулистих відкладень, неприємні запахи, заболоченість берегів, піна на поверхні ставків, виділення з води бульбашок газу і т.д.).

У процесі обстеження полів зрошування та фільтрації необхідно контролювати дотримання гідравлічних навантажень стічних вод на поля в період дощів і збирання врожаю; спосіб збору, відведення та застосування дренажних вод. Якщо зрошення проводиться промисловими стічними водами, необхідний контроль за вмістом хімічних речовин у стічних водах, змістом токсичних речовин в рослинах, ґрунті та ґрунтових водах.

При експлуатації споруд ґрунтового очищення важливо встановити наявність забруднення ґрунтового потоку. Якщо ґрунтові води забруднюються, слід визначити, як далеко ці забруднення поширюються, встановити межі впливу фільтрату на ґрунтові води. Зазвичай бурять чотири ряди свердловин, щоб по одному ряду можна було судити про поширення забруднень вниз за течією ґрунтових вод, по іншому – вгору, по іншим двом – в сторони від осі течії ґрунтових вод. Часто для цієї мети можуть бути використані трубчасті і шахтні колодязі, розташовані на різних відстанях від досліджуваного об'єкта.

При підозрі на забруднення місць водозабору ґрунтових вод фільтратом споруд ґрунтового очищення слід з'ясувати питання про наявність гідравлічного зв'язку між джерелом забруднення і водозабірними спорудами. Для цього в джерело забруднення вводять лужний розчин флюоресцеїна. Кількість флюоресцеїна залежить головним чином від відстані між джерелом забруднення і водозабірних споруд. Зазвичай при відстані між ними в кілька десятків метрів достатньо 0,01 г флюоресцеїна; при відстані в декілька сот метрів – 0,02 г, а більше 1 км – 0,2-0,3 г на 1 м³ потоку ґрунтових вод. Необхідну кількість флюоресцеїна розчиняють в 0,5-1 л 3% розчину луґу і вносять у передбачуване джерело забруднення (розподільчий колодязь, зрошувальна мережа та ін.).

Наявність флюоресцеїна у воді вододжерела визначають наступним чином: кожен день відбирають пробу води з криниці, наливають її в циліндр і розглядають зверху вниз на чорному тлі. При наявності незначних кількостей флюоресцеїна вода починає опалесциувати.

Для з'ясування глибини проникнення забруднень по ґрунтовому профілю використовують бур Некрасова, що дозволяє відібрати проби з глибини 5-6 м.

При використанні ґрунтових методів очищення виробничих стічних вод необхідно вивчати екологічний та санітарно-епідеміологічний стан навколишнього середовища. Замикання ланцюгів міграції шкідливих речовин на людину може привести до гострих і хронічних отруєнь. Для запобігання перевищення норми міграції шкідливих речовин в організм людини через забруднену воду, повітря і рослини проводяться гігієнічні та агрохімічні дослідження з обґрунтування допустимих концентрацій шкідливих речовин в поливній стічній рідині, питній воді, ґрунті, рослинах.

При санітарному обстеженні насосних станцій з'ясовують: 1) як виробляються ліквідація та знешкодження відходів, що затримуються на ґратах (дроблення, вивезення на вдосконалені звалища); 2) чи накопичуються відходи на території; 3) вплив об'єкта на навколишню територію (дальність розповсюдження запахів і шуму, наявність мух, забруднення ґрунту); 4) наявність і санітарний стан побутових приміщень для робітників; 5) наявність аварійного випуску, опломбування його, чи проводився по ньому випуск неочищених стічних вод у водойму; 6) причини, що викликають аварійний скид неочищених стічних вод (відключення електроживлення насосів, відсутність необхідної кількості запасних насосів і т.д.); 7) проведення профілактичних щеплень персоналу, обстеження на ураженість гельмінтами.

При заключенні про ефективність роботи очисної станції та її окремих споруд необхідно розрахувати ефект очищення $P, \%$:

$$P = \frac{(a - b) \cdot 100\%}{a}, \quad (6.1)$$

де a – концентрація забруднень побутових стічних вод, що надходять на очистку, мг/л;

b – концентрація забруднень в очищеній (вихідній) стічній рідині, мг/л.

Ефект очищення розраховують в першу чергу за показниками, специфічним для даної споруди. Перелік специфічних показників, що характеризують ефективну роботу окремих груп споруд, представлений в таблиці 6.1.

Важливим етапом у роботі санітарного лікаря є ознайомлення з умовами праці персоналу, наявністю побутових пристроїв, що забезпечують особисту гігієну, і медико-санітарним обслуговуванням (щеплення, обстеження на ураженість гельмінтами, дегельмінтизація, санітарна освіта).

Таблиця 6.1 – Ефективність очищення побутових стічних вод на різних спорудах і етапах очистки

Тип споруди	Ефективність очистки, % зниження					Характеристика стічної рідини, що пройшла очистку		
	зважені речовини	БПК ₅	окислюваність	кількість бактерій	кількість яєць гельмінтів	розчинений кисень, мг/дм ³	залишковий хлор, мг/дм ³	фізичні якості води
Сита, ґрати, пісковловлювачі	5-10	5-10	—	5-15	—	—	—	Вільна від крупних плаваючих та зважених речовин та піску
Септик (після 2-х добового відстоювання)	70-98	30	35	6-15	10-100	0	—	Злегка опалесцирує, з окремими білими ластівцями
Двохярусний відстійник	50-70	25-30	—	—	70-90	0	—	Те ж
Відстійник (горизонтальний, вертикальний)	50-70	25-30	—	25-30	70-90	—	—	Те ж
Відстійник з попередньою аерацією	65	35	—	30	—	—	—	Те ж
Відстійник з біокоагуляцією	75	50	—	40	—	—	—	Те ж
Біологічні фільтри	70-92 (прозорість 15-20 см)	70-90	70-65	80-95	—	> 4	—	Безкольорова
Аеротенк	70-92	80-90	70-75	90-95	—	> 4	—	Те ж
Вторинний відстійник	80-95	85-95	—	90-98	—	> 4	—	Те ж
Поля зрошення або поля фільтрації	90-98	95-99	80-90	95-98	100	> 4	—	Безкольорова (прозорість більше 30 см)
Хлорування після відстоювання	—	15	—	90-95	—	—	3-5	Те ж
Хлорування після біологічної очистки	—	—	—	98-99,5	—	—	1-2	Те ж
Якість води після штучної біологічної очистки	30 (прозорість > 20 см)	5-20	—	—	—	> 4	—	Безкольорова, без незадовільного запаху, не загниває при стоянні

6.2.3 Санітарний нагляд за введенням в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструйованих) очисних каналізаційних споруд

Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів встановлений постановою Кабінета Міністрів України № 461 від 13 квітня 2011 р. «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів», СанПіН 4097-86 «Інструкція про участь представників санітарно-епідеміологічної служби в роботі комісій з прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією, розширенням об'єктів виробничого призначення». Згідно з цими документами, приймання в експлуатацію очисних споруд здійснюється в 2 стадії: перша – попередня (технічна) і друга – державне приймання. До складу технічної комісії входять представники замовника, генерального підрядника та субпідрядника, відділу комунального господарства міста або організації, яка згодом буде вести нагляд за об'єктом. Завдання технічної комісії полягає в тому, щоб перевірити якість будівельних робіт, їх відповідність проекту і підготувати матеріали для державного приймання об'єкту.

Огляд новобудови на рівні технічної комісії завершується складанням акту попереднього приймання, в якому повинні бути зазначені всі виявлені санітарні дефекти й дані рекомендації щодо їх усунення із зазначенням; термінів виробництва необхідних робіт.

При позитивних висновках технічної комісії про можливість пред'явлення закінченого будівництвом (реконструкцією) об'єкта до державного приймання, позитивних висновках експертних організацій про відповідність виконаних робіт проектній документації видається висновок головного санітарного лікаря про можливість пуску об'єкта в експлуатацію.

Технічна комісія дає дозвіл на пробну експлуатацію очисної станції. Завдання пробної експлуатації – перевірка і регулювання роботи окремих споруд і всієї станції в цілому. Пусковий період, як правило, складається з двох етапів: пуску споруд на чистій воді і пуску споруд на стічних водах.

Пусковий період повинен захопити теплу і холодну пору року і мати тривалість не менше 6 місяців.

Результати пробної експлуатації повинні бути представлені в державну приймальну комісію. Державна комісія призначається виконкомом Ради народних депутатів, міністерством або відомством, у відомі якого перебуває об'єкт. До складу її входять: голова – представник Державного архітектурно-будівельного контролю та члени – представники санітарної служби, пожежної охорони, управління даної галузі, міського господарства та ін. Державна приймальна комісія встановлює закінченість всіх видів робіт на об'єкті, якість їх виконання та ефективність роботи споруд. Робота її оформляється актом (за формою, встановленою Державним архітектурно-будівельним контролем), в якому фіксуються: найменування та адреса будівництва, склад комісії, коротка характеристика закінченого об'єкта, строки виконання будівельних робіт, відхилення від затвердженого проекту, якість «прихованих», загальнобудівельних, санітарно-технічних і спеціальних робіт. В акті зазначаються виявлені дефекти і недоробки. Закінчується акт висновками

комісії про можливість прийняття об'єкта в експлуатацію та загальною оцінкою якості будівництва. Виявлення санітарних дефектів на стадії державної прийняття об'єкта в експлуатацію є, як правило, наслідком незадовільного ведення попереджувального санітарного нагляду.

Контрольні запитання



1. Опишіть принципи проведення санітарного нагляду за ходом будівництва водопровідних споруд.
2. Як приймаються в експлуатацію збудовані водопровідні споруди?
3. У чому полягає поточний та попереджувальний санітарний нагляд за каналізаційними спорудами?
4. Опишіть санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх осадів.
5. Опишіть санітарне обстеження споруд з очищення стічних вод.
6. Опишіть санітарне обстеження споруд доочищення стічних вод.
7. Опишіть санітарне обстеження споруд із знешкодження стічних вод та їх осадів.
8. Опишіть санітарний нагляд за введенням в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструйованих) очисних каналізаційних споруд.

ТЕМА 7 Організація санітарного нагляду за системами водопостачання. Санітарний контроль забруднення води

Відповідно до чинного законодавства забезпечити мешканців населених місць доброякісною питною водою в достатній кількості зобов'язані органи державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування (Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", ст. 18). Для вирішення проблеми раціонального водопостачання населених місць важливе значення має правильно організований і систематичний санітарний нагляд. Державний санітарний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюють установи державної санітарно-епідеміологічної служби, насамперед СЕС. У сільській місцевості до контролю за місцевим водопостачанням залучають персонал лікарських дільниць та фельдшерсько-акушерських пунктів.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд передбачає контроль за дотриманням юридичними (відомствами, установами, підприємствами та ін.) та фізичними (громадянами) особами санітарного законодавства в галузі водопостачання населених місць і застосування заходів правового характеру до порушників. Державний санітарно-епідемічний контроль за господарсько-питним водопостачанням здійснюється у двох формах: попереджувального і поточного санітарного нагляду. Під час його проведення лікар-гігієніст керується такими законодавчими та офіційними документами: Конституцією України, Основами законодавства про охорону здоров'я, законами "Про

забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про питну воду та питне водопостачання", Водним кодексом, ДСанПіН 2.2.4-171-10, ГОСТ 2761-84 "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги та правила вибору", Санітарними правилами з пристроєм і змісту колодязів і каптажів джерел, використовуваних для децентралізованого господарсько-питного водопостачання № 1226-75, ДР-97 "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді", ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», "Положенням про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання і водопроводів господарсько-питного призначення", Постановою "Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів", а також іншими державними стандартами, санітарними правилами і нормами на окремі споруди та технології, інструктивно-методичними документами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України.

7.1 Попереджувальний санітарний нагляд

Головна роль у забезпеченні раціонального господарсько-питного водопостачання належить попереджувальному санітарному нагляду.

Попереджувальний санітарний нагляд в процесі організації централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає:

- 1) участь лікаря-гігієніста у виборі джерела водопостачання, місця розміщення водозабору і головних споруд водопроводу, а також у встановленні меж ЗСО;
- 2) розгляд проектів розширення і реконструкції діючих та будівництва нових водопроводів, в тому числі і проектів ЗСО;
- 3) санітарний нагляд під час будівництва водопроводів;
- 4) участь у прийнятті в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд.

Починається попереджувальний санітарний нагляд на стадії *вибору джерела водопостачання*. У цій важливій роботі, яку проводить комісія фахівців (гідрогеологів, гідробіологів, гідрологів, фахівців у галузі будівництва та технології водопідготовки, економістів), санітарному лікарю надають особливі повноваження, згідно "Положення про державний санітарний нагляд". Остаточний висновок про придатність джерела водопостачання для господарсько-питних цілей дає санітарно-епідеміологічна служба.

На стадії вибору джерела господарсько-питного водопостачання санітарний лікар бере участь в зборі ретроспективних даних про санітарний стан водних об'єктів та навколишньої території в районі майбутнього будівництва водопроводу, визначає місця і терміни взяття проб води. Право на проведення аналізів води під час вибору джерела, відповідно до ГОСТу 2761-84 "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги та правила вибору" [19], також закріплено за лабораторіями СЕС.

У процесі проектування водопроводу санітарно-епідеміологічна служба повинна забезпечити проектуєму організацію інформацією про санітарний стан території майбутніх ЗСО водного джерела і водопроводу з урахуванням перспектив розвитку народного господарства, житлового будівництва та благоустрою. Велике значення має експертиза проектів будівництва нових та реконструкції наявних водопроводів.

Господарсько-питні водопроводи споруджують за індивідуальними проектами з використанням типових рішень окремих споруд і вузлів. Під час розгляду проекту господарсько-питного водопостачання необхідно дати оцінку принципів питань: чи достатня потужність водопроводу для безперебійного забезпечення населення необхідною кількістю води, чи відповідає дебіт джерела потужності водопроводу, чи належним чином спроектована схема водопідготовки виходячи з якості води джерела водопостачання, чи правильно позначені кордони ЗСО і чи достатньо намічених заходів з оздоровлення її території. Всі зазначені питання потрібно розглядати з урахуванням перспектив народногосподарського розвитку населеного пункту чи району, на території яких проектується водопровід.

Правильну оцінку проекту санітарний лікар може дати тільки на підставі власних матеріалів про водні ресурси даної місцевості, якість води, санітарно-епідемічний стан території району, існуючих осередках забруднення. Ці відомості збирають в СЕС в процесі поточного санітарного нагляду. Зауваження до проекту повинні підкріплюватися посиланнями на документи чинного санітарного законодавства (Держстандарти, Санітарні правила, БНіП, урядові постанови).

Робота лікаря-гігієніста на стадії експертизи проекту водопостачання населеного пункту складається з декількох етапів:

- 1) ознайомлення з паспортними даними проекту, а саме – назвою проекту, організацією-замовником, організацією-розробником, авторами проекту тощо;
- 2) перевірка повноти представлених матеріалів, а саме наявності:

- ✓ пояснювальної записки з характеристикою населеного пункту та перспектив його розвитку, розрахунками загального водоспоживання населеного пункту, обґрунтуванням необхідності будівництва або реконструкції водопроводу, вибором оптимального варіанта схеми водопостачання та обробки води, з розрахунками очисних споруд, їх всебічної характеристикою, характеристикою водоводів і водопровідної мережі;
- ✓ графічних матеріалів (ситуаційного плану місцевості, генерального плану населеного пункту, плану майданчика головних водопровідних споруд, плану і профілів водоводів і водопровідної мережі);
- ✓ проекту ЗСО з текстовою частиною і графічними матеріалами;
- ✓ додатків;

- 3) ознайомлення з офіційними нормативними документами, на підставі яких буде проводитися експертиза проекту;

- 4) санітарна експертиза наданих матеріалів. На цьому етапі лікар-гігієніст перевіряє розрахунки водоспоживання населеного пункту, дає гігієнічну оцінку

правильності вибору джерела водопостачання і місця водозабору, робить висновок про правильність вибору технологічної схеми обробки води та місця розташування майданчика головних водопровідних споруд, про правильність розрахунку і влаштування окремих споруд водопроводу та водопровідної мережі. Дає гігієнічну оцінку проекту ЗСО (правильність обґрунтування меж окремих поясів і достатність передбачених заходів);

5) складання експертного висновку про можливість та умови реалізації розглянутого проекту. На цьому закінчується робота лікаря-гігієніста над проектом. Проект може бути узгоджений і не узгоджений. При неправильному (помилковому) вирішенні принципів питань у проекті його відхиляють і направляють на доопрацювання, вказавши конкретну причину.

Санітарний нагляд під час будівництва водопроводів. У процесі будівництва водопроводу здійснюють нагляд за виконанням проектних рішень, комплексним будівництвом очисних споруд та мережі, дотриманням термінів будівництва. Представники державного санітарного нагляду повинні бути присутніми під час складання акта приймання прихованих робіт. Надалі лікар-гігієніст повинен щоквартально проводити санітарне обстеження будівництва водопроводу та результати оформляти актом.

Участь у прийомі в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд. Останній етап попереджувального санітарного нагляду – участь санітарного лікаря в роботі робочої і державної комісій з прийому водопроводу в експлуатацію. Споруди повинні бути в діючому стані. Робоча комісія перевіряє відповідність будівельно-монтажних робіт проектній документації, дає висновок про результати пробної експлуатації обладнання та гідравлічних випробувань, приймає рішення про можливість пред'явлення об'єкта до прийому державною комісією. Державна комісія знайомиться з затвердженим проектом водопроводу, експертним висновком за проектом СЕС, перевіряє акти прихованих робіт, акт приймання робочої комісії, визначає відповідність збудованого об'єкта затвердженому проекту і готовність його до експлуатації. Крім споруд водопроводу, слід оцінити правильність проведення передбачених проектом заходів з організації та благоустрою ЗСО джерела водопостачання. Після цього за відсутності зауважень складають акт приймання об'єкта в експлуатацію. Якщо виявляють навіть незначні недоробки, санітарний лікар не має права підписувати акт державного приймання.

7.2 Поточний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд повинен сприяти дотриманню правильного технологічного режиму обробки води, своєчасному виявленню дефектів в роботі очисних споруд та мережі та попередження подачі населенню води, що не відповідає вимогам чинного державного стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]). Його метою є контроль за вмістом акваторії, санітарним станом території ЗСО, всіх споруд водопроводу, дотриманням обслуговуючим персоналом санітарного мінімуму, своєчасністю проходження ними медичних оглядів.

Відповідно до Закону України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (ст. 26) персонал водопровідних станцій

та особи, які обслуговують водонапірні башти, резервуари чистої води і колонки, повинні проходити попередні (до прийняття на роботу) і періодичні медичні огляди. Перед тим як приступити до роботи, проходять огляд терапевта і дерматолога, флюорографію, обстеження на носійство збудників кишкових інфекцій та гельмінтів. Надалі їх оглядають терапевт, дерматолог, їм роблять флюорографію 1 раз на рік, а обстеження на бактеріоносійство – за епідемічними показаннями. Результати обстеження заносять в індивідуальні санітарні книжки, які зберігаються на об'єкті. Тих, хто у встановлений термін без поважних причин не пройшли медичний огляд у повному обсязі, не допускають до роботи, їх можуть залучати до дисциплінарної відповідальності.

Зважаючи на важливу роль доброякісної питної води в оздоровленні умов життя населення органи санітарно-епідеміологічної служби не можуть обмежитися виконанням лише контрольних функцій. Вони повинні виступати ініціаторами заходів щодо поліпшення всієї системи водопостачання населених місць.

Основою поточного санітарного нагляду є паспортизація споруд водопроводу. Паспорт складають на кожен об'єкт водопроводу (водопровідні станції, зовнішні водорозбірні споруди, водонапірні башти та ін.). Починають з санітарного опису, що містить всі відомості, необхідні для санітарної характеристики об'єкта. Надалі до нього додаються матеріали, що відображають всі зміни, які відбуваються в стані і утриманні об'єкта під час його експлуатації, копії актів санітарного обстеження, усіх зауважень санітарного нагляду, пред'явлених адміністрації водопроводу з метою поліпшення роботи, результати лабораторних досліджень.

Успіх поточного санітарного нагляду за господарсько-питним водопостачанням багато в чому визначається організацією систематичного лабораторного контролю якості води, яка надходить у мережу водопроводу, і питної води в точках водорозбору. Розрізняють лабораторно-виробничий контроль, здійснюваний власником водопроводу, і санітарно-лабораторний контроль, який є елементом поточного санітарного нагляду і здійснюється СЕС. На великих водогонах, що мають власні аналітичні лабораторії, лабораторно-виробничий контроль якості води проводять силами цих лабораторій відповідно до вимог чинного стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]). Якість води водопроводів, що не мають власних лабораторій, контролюють пересувні автолабораторії, підлеглі установам водопровідно-каналізаційного господарства області, або лабораторія місцевої СЕС по госпрозрахунковому договору.

Лабораторно-виробничий контроль за якістю води регламентований ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]. Відповідно до нього під час аналізу проб питної води в розподільчій мережі обмежуються визначенням загального мікробного числа, колі-індексу та органолептичних властивостей води (кольоровості, каламутності, запаху, смаку і присмаку). Місця взяття проб з мережі (з віддалених вуличних водорозбірних колонок, тупикових ліній) і періодичність систематичного контролю відомчими лабораторіями обов'язково погоджують з СЕС. Обсяг аналізів води з розподільчої мережі залежить від кількості населення, що обслуговується водопроводом.

На всіх водопроводах, на яких воду знезаражують хлором або озоном,

щогодини контролюють їх залишкові кількості. З урахуванням цього доцільно на всіх водопроводах, на яких хлорують воду, незалежно від їх потужності впровадити автоматичні аналізатори залишкового хлору. Це істотно підвищить контрольну функцію показника.

Санітарно-лабораторний контроль за якістю води господарсько-питного водопровода здійснює лабораторія територіальної СЕС за власним планом згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]. Крім того, органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби погоджують всі види робіт, які проводяться або плануються на головних спорудах водопроводів та водопровідної мережі і пов'язані з ремонтом, реконструкцією, зміною технології очищення та знезараження води. Територіальна СЕС за епідпоказаннями погоджує місце введення і дози дезінфектантів та інших реагентів в процесі водопідготовки і графік контролю за залишковим кількістю цих реагентів. Вона керує відомчою лабораторією, погоджує графіки періодичності взяття проб, їх загальна кількість і зміст аналізів лабораторно-виробничого контролю за якістю води. Програма для проведення лабораторно-виробничого контролю за якістю води в системах централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає взяття проб в місцях водозабору, в процесі обробки води в очисних спорудах, перед надходженням в зовнішню розподільну систему і у водопровідній мережі. Періодичність проведення аналізів води у зазначених точках визначають виходячи їх потужності водопроводу (обсягу подачі води), а в водорозподільній мережі – з урахуванням кількості населення, що обслуговується.

Лабораторії територіальних органів державної санітарно-епідеміологічної служби здійснюють контрольні дослідження якості води з періодичністю, яка визначається типом конкретного вододжерела, обсягом води, що подається населенню, розміщенням точок взяття проб води. Розрізняють декілька типів контролю за якістю води:

- 1) повний аналіз або контроль за всіма показниками, регламентованим чинним державним стандартом на питну воду. Є обов'язковим під час введення нового водопроводу в експлуатацію або після простою протягом більше 5 діб;
- 2) скорочений аналіз або контроль за деякими показниками епідемічної безпеки води (загальне мікробне число, індекс бактерій групи кишкової палички), її хімічного складу (рН, нітрати, залізо, активний залишковий хлор, вміст тригалометанів), органолептичних властивостей (запах, смак і присмак, каламутність, кольоровість). Є обов'язковим після капітального ремонту, реконструкції та переобладнання водопроводу і розподільної мережі, при зміні технології обробки води;
- 3) загальний фізико-хімічний контроль (визначення речовин, що характеризують показники нешкідливості хімічного складу води);
- 4) спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води (мутність, загальне мікробне число, індекси бактерій групи кишкової палички, фекальні колі-форми і колі-фаги, патогенні мікроорганізми, вірусологічні, при епідситуації – і паразитологічні показники);
- 5) спеціальний токсикологічний контроль (визначення високотоксичних

речовин, при необхідності – біотестування);

б) спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води (визначення об'ємної сумарної активності α - і λ -випромінювачів і при необхідності – її радіонуклідного складу).

Якщо якість води у точці водозабору не відповідає чинному стандарту (ГОСТ 2761-84 [19]) за бактеріологічними показниками (загальне мікробне число, індекс бактерій групи кишкової палички), потрібно негайно повторно взяти проби води і провести додаткові дослідження на показники свіжого фекального забруднення (індекс фекальних коли-форм), патогенні мікроорганізми і коли-фаги. При повторному виявленні бактеріального забруднення в 2 послідовно взятих пробах води організовують посилений контроль за дотриманням режиму в ЗСО і технологією очищення та знезараження води. Проводять спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води перед надходженням в зовнішню розподільну мережу і в самій водопровідній мережі.

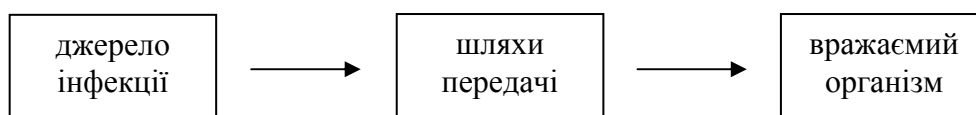
Перед надходженням в зовнішню розподільну мережу будь-яке відхилення якості води від показників епідемічної безпеки діючого стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]) слід розглядати як наслідки незадовільної роботи очисних споруд водопроводу. При цьому потрібно негайно провести спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води у водопровідній мережі, посилити контроль за технологією очищення води і підвищити дози реагентів для знезараження.

У водопровідній мережі будь-яке відхилення якості води від показників епідемічної безпеки діючого стандарту слід розглядати як надзвичайно небезпечну епідемічну ситуацію. Необхідно негайно оповістити населення, дитячі та лікувально-профілактичні заклади, підприємства громадського харчування та харчової промисловості. У такій ситуації потрібно проводити спеціальні заходи на спорудах водопроводу з виявлення та ліквідації причини несприятливої епідемічної ситуації.

Порушення санітарно-гігієнічних і санітарно-протиепідемічних правил і норм, а також невиконання виданих на їх підставі приписів органів державного санітарно-епідемічного нагляду тягне за собою відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову, кримінальну) згідно з чинним законодавством.

7.3 Забруднення водойм і поширення водних інфекцій

Забруднення джерел водопостачання і особливо річок тісно пов'язане з поширенням інфекційних хвороб. Масові епідемії кишкових інфекцій, наприклад, холери, поширювалися зазвичай вздовж річок. У виникненні інфекційних хвороб визначальна роль належить трьом факторам: збуднику інфекції, сприйнятливості вражаемого організму і способу передачі інфекції. Ці три чинники разом утворюють так званий епідемічний ланцюг, що складається з трьох ланок:



Для того, щоб зупинити поширення захворювання, необхідно розімкнути ланцюг. Це досягається локалізацією вогнища інфекції, зниженням сприйнятливості вражаемого організму і впливом на способи передачі інфекції.

7.3.1 Поняття інфекції

Під *інфекцією* розуміють складний процес взаємодії макроорганізму з невластивими йому мікроорганізмами, при якому в результаті впровадження і розмноження хвороботворних мікробів макроорганізму заподіюється певної шкоди. Будь-який тваринний організм, вирощений в звичайних умовах, містить масу найрізноманітніших мікроорганізмів, без яких він часто не зміг би існувати. Так, в кишковому тракті жуйних тварин містяться целюлозорозкладаючі бактерії, що сприяють переробці клітковини, що їдять тварини. У кишечнику людини також живуть і активно беруть участь у перетравленні їжі різними мікроорганізмами. Нормальна мікрофлора людини і тварин не завдає шкоди своєму господареві і навіть, навпаки, сприяє більш глибокому засвоєнню їм їжі та забезпечення його вітамінами. Внутрішня мікрофлора відсутня тільки у стерильно вирощених тварин, так званих гнотобіонтів. Гнотобіонти і організми з штучно пригніченою мікрофлорою кишечника (наприклад, внаслідок прийняття великих доз антибіотиків) більше схильні до захворювань, що викликаються розмноженням в травному тракті не властивих даній тварині мікроорганізмів. Отже, нормальна мікрофлора тварин до деякої міри сприяє підвищенню їх стійкості до захворювань.

Проникнення в організм збудника в більшості випадків призводить до інфекційного захворювання, яке може протікати в гострій або хронічній формі. Гостре захворювання має місце в тому випадку, коли мікро- і макроорганізм взаємно не адаптовані один до одного. Захворювання може бути викликане як паразитними, так і сапрофітними формами мікробів, які відрізняються один від одного тим, що паразити розмножуються в тілі господаря і живуть за його рахунок, а сапрофіти використовують відмерлу органіку, вони не здатні проникати в живі тканини і розмножуватися в них.

Для того, щоб хвороботворний початок викликав захворювання, він повинен потрапити в організм господаря визначеним шляхом: бактерії дизентерії не викликають захворювання, потрапивши в рапу, а бактерії дифтерії гинуть в шлунково-кишковому тракті. Ці КС мікроорганізми, потрапивши відповідно в кишечник або на слизову оболонку носоглотки, призводять до важких поразок. Спосіб проникнення мікроорганізму в макроорганізм інакше називається *вхідними воротами інфекції*.

Істотну роль у виникненні захворювання грає доза хвороботворного початку. Людина може безболісно проковтнути 3-4 бактерії черевного тифу, але кілька сот чи тисяч таких же бактерій викличуть важке захворювання. Природно, що для кожної інфекційної хвороби існує своя мінімальна хвороботворна доза. Чим більше пристосований мікроорганізм до поширення всередині господаря, тим менша доза збудника може призвести до хвороби.

Мікроорганізми, здатні викликати інфекційний процес, називаються *патогенними*, тобто *хвороботворними*. Кількісна характеристика патогенності називається *вірулентністю*.

Зараження макроорганізму відбувається набагато частіше, ніж виникає хвороба. У деяких місцевостях поліомієліт і жовта лихоманка поширені настільки широко, що ними заражені майже всі діти у віці до 10 років, але це не призводить до захворювання. Таке ж повсюдне поширення мають бактерії туберкульозу.

Патогенні мікроорганізми здатні утворювати токсини. Розрізняють екзо- і ендотоксини. Перші виділяються мікробами в навколишнє середовище в процесі їх життєдіяльності, другі входять до складу мікробної клітини і тому виділяються тільки після загибелі мікроорганізму. Зазвичай екзотоксини більш отруйні, ніж ендотоксини. До екзотоксину відносяться отрути, що виділяються дифтерійною паличкою, деякими збудниками дизентерії, а також отрути патогенних сапрофітів, збудників правця і ботулізму. За активністю більшість бактеріальних екзотоксинів перевершує отрута кобри. Ендотоксини здебільшого являють собою комплекс, що складається з жирів, полісахаридів і поліпептидів, більшість з них тісно пов'язані з клітинною оболонкою.

Потрапляючи в організм господаря, бактеріальні токсини впливають на його функції і тим або іншим способом завдають шкоди організму. Більшість бактеріальних токсинів має специфічність впливу. Одні з них вражають нервову тканину, інші – сполучну, треті «спеціалізуються» на певних органах, наприклад нирках.

Початок захворювання не завжди протікає гостро. Багато інфекційних хвороб, такі, як туберкульоз, проказа, бруцельоз, можуть розвиватися роками, а іноді довічно. Такі захворювання особливо важко піддаються лікуванню. Є підстави вважати, що збудники хронічних інфекцій відносяться до особливо давніх. Протягом тривалого періоду еволюції вони настільки пристосувалися до свого господаря, що їх проникнення в макроорганізм не викликає негайної захисної реакції і в той же час не викликає швидку загибель господаря.

Досить часто збудник інфекційної хвороби продовжує зберігатися і розмножуватися в організмі після одужання, а іноді проникнення і розмноження збудника в організмі взагалі не супроводжується захворюванням. Такі взаємовідносини між мікро- і макроорганізмом носять назву «носійства». Носійство відомо для збудників багатьох захворювань, у тому числі для скарлатини, пневмонії, дифтерії та багатьох кишкових інфекцій. Людина може бути цілком здоровою і при цьому протягом багатьох років носити в своєму організмі збудника інфекції. При ослабленні, переохолодженні, погіршенні самопочуття і навіть при нервовому розладі носійство може перейти у хворобу. З цієї причини, а також тому, що носії становлять небезпеку для оточуючих, вони повинні бути піддані лікуванню, а в разі необхідності – і карантину.

7.3.2 Росповсюдження інфекції

Існує п'ять основних шляхів поширення інфекції:

1. *Контактний шлях* – при безпосередньому зіткненні джерела інфекції та чутливого організму. Інфекція передається при рукоштовпанні, поцілунках і т.д. При непрямому контакті інфекція передається через різноманітні предмети, з якими стикався хворий: посуд, білизну, книги, іграшки, дверні ручки і т.п.

Джерелом інфекції можуть виявитися погано простерилізовані медичні інструменти та одяг медичного персоналу.

2. *Аерогенний шлях* – через повітря. Патогенні мікроорганізми надходять в повітря з верхніх дихальних шляхів хворої людини разом з крапельками слизу при кашлі, чханні і розмові. При цьому утворюється аерозоль. По мірі підсихання слизу мікроби, що укладені всередині грудочки, виявляються одягненими оболонкою, в такому вигляді вони можуть досить довго зберігатися і переміщатися по повітрю. Повітряним шляхом поширюються збудники туберкульозу, пневмонії, менінгіту, коклюшу, кору, грипу, віспи та ін.

3. *Аліментарний шлях* – через інфіковані харчові продукти: молоко, фрукти, овочі та ін. Особливо небезпечне потрапляння патогенних мікробів в молоко, яке являє собою сприятливе середовище для їх розвитку та токсиноутворення. Цим шляхом поширюються в основному кишкові інфекції.

4. *Трансмісивний шлях* – через переносників, наприклад через комах. Цим шляхом передаються: малярія через малярійного комара, висипний тиф через вошей, чума через бліх. Переносником інфекційного енцефаліту служить кліщ.

5. *Водний шлях* передачі інфекції (тобто зараження через джерела водопостачання) особливо небезпечний, оскільки при цьому інфекційний процес легко набуває епідемічний характер. Водним шляхом можуть поширюватися холера, тиф, паратифи, дизентерія, лептоспіроз, туляремія, вірусним гепатит, лямбліоз та інші захворювання.

7.3.3 Водні інфекції

Найбільше значення має передача через воду кишкових інфекцій. Більшість збудників інфекційних кишкових захворювань володіє подібною морфологією і фізіологією і відноситься до сімейства ентеробактерій (*Enterobacteriaceae*). Всі ентеробактерії є паличками розміром 1-3х0,5-0,6 мкм, грамнегативні, що не мають спор і капсул. Представники окремих родів відрізняються один від одного ферментативною активністю і рухливістю.

До цього сімейства відноситься постійний мешканець кишечника людини і домашніх тварин – кишкова паличка (рід *Escherichia*), збудники тифу і паратифів (рід *Salmonella*) і збудники дизентерії (рід *Shigella*).

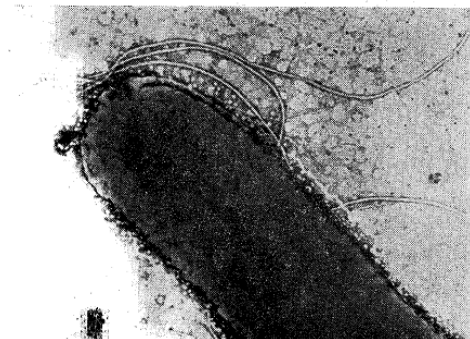


Рисунок 7.1 – Кишкова паличка *Escherichia coli* (30000х)

До роду *Escherichia*, окрім звичайної *E. coli* (рис. 7.1) – кишкової палички – належать і ентеропатогенні кишкові палички, що викликають колієнтеритів у дітей і дізентерієподібні захворювання дорослих. Нормальна кишкова паличка відноситься до гетероферментативних молочнокислих бактерій. Як і всі молочнокислі, вона продукує органічні кислоти і тому є антагоністом гнильних бактерій.

Кишкова паличка виділяє антибіотичні речовини, наприклад коліцини, інгібуючі патогенні мікроорганізми, в тому числі збудники тифів і дизентерії. При пригніченні кишкової палички, наприклад, антибіотиками, змінюється

нормальний біоценоз кишечника, активізуються гнильні і патогенні мікроорганізми, в тому числі гриби. Це призводить до захворювання, що не має специфічного збудника, – діареї, симптомами якого є пронос, інтоксикація, занепад сил, слабкість.

Патогенні штами кишкових паличок особливо небезпечні тим, що добре пристосувалися до існування в організмі людини; зокрема, вони дуже стійкі до впливу шлункового соку і соку дванадцятипалої кишки. У природних умовах, у воді, у ґрунті, а також на харчових продуктах, на шкірі і шерсті вони зберігаються протягом тижнів і навіть місяців, дуже стійкі до заморожування. Кип'ятіння моментально вбиває ентеропагенних кишкових паличок, гинуть вони і при 10-15-хвилинному контакті з 3-5%-ми розчинами антисептиків – хлораміна, фенолу, формаліну та ін. Крім звичайних шляхів розповсюдження – через воду, ґрунт, їжу, іграшки, – для ентеропатогенних кишкових паличок характерний ще одні спосіб аутоінфекція, тобто внутрішнє зараження власними мікробними штамами при сприятливому для цього стані макроорганізму.

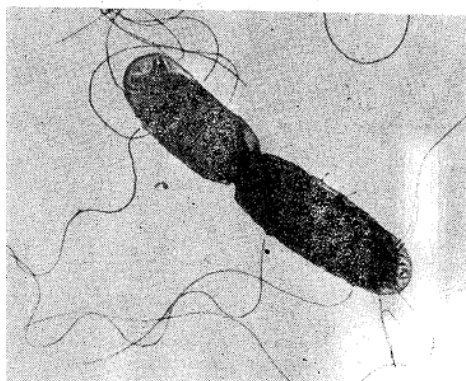


Рисунок 7.2 – Збудник тифу
Salmonella

Рід *Salmonella* теж належить до сімейства ентеробактерій. Серед представників цього роду є монопатогенні бактерії, що викликають захворювання тільки людини, наприклад збудник черевного тифу, або тільки тварин, а також поліпатогенні, що заражають і тварин і людини. Сальмонели широко поширені в природі. Вони виявляються у рогатої худоби, свиней, собак, кроликів, кішок, мишей, щурів, птахів, риб та інших тварин. У людини сальмонели викликають черевний тиф, паратифозні захворювання і харчові токсикоінфекції (рис. 7.2).

При захворюванні тифом і паратифом уражається тонкий кишечник, але так як всі сальмонели виділяють ендотоксини, що діють на центральну нервову систему, то при цих захворюваннях часто спостерігається і затьмарення свідомості.

Сальмонели в зовнішньому середовищі не розмножуються, але добре зберігаються: в річковій воді – протягом 6 місяців, в льоду протягом всієї зими, в колодязній воді – близько 4-х місяців, у водопровідній – до 3-х місяців. У стічній воді внаслідок конкуренції з боку інших мікробів сальмонели зберігаються не більше 40 днів. На продуктах харчування сальмонели також виживають тривалий час: на салі – до 85 днів, на м'ясі в льодовику – до 50, на сирі – 10 днів, на овочах – до повного їх руйнування, в пиві – протягом 2-4-х днів. Сальмонели стійкі до висихання і антисептиків. Сулема в розведенні 1:1000 і 5%-на карболова кислота вбивають їх тільки після 30-хвилинного контакту. Хлорування водопровідної води знищує сальмонел.

Черевнотифозні палички часто виявляються на тілі та білизні людей, що перехворіли, звідки вони можуть потрапити в колодязі, річки та інші джерела водопостачання. Після перенесеного захворювання сальмонели залишаються в

жовчному міхурі і виділяються з фекаліями. Іноді носійство мікробів зберігається десятки років.

Забруднення сальмонелами може відбуватися при скиданні не очищених стічних вод у водойми, що використовуються як джерело водопостачання. Так, в Чикаго, в кінці минулого століття, стався спалах черевного тифу, викликаний тим, що місто користувалося водою з озера, куди надходили стічні води. Захворювання припинилися після відводу стічних вод. Велику небезпеку становить скидання нечистот із вбиралень поїздів на перетині залізничних колій з річками і водосховищами; забруднення від туристських таборів, спортивних баз та окремих будинків, розташованих на берегах річок. Спалахи епідемій, пов'язані з попаданням сальмонел в річки, частіше трапляються в зимовий період, так як бактерії краще зберігаються при низькій температурі.

До роду *Shigella* відносяться збудники дизентерії, які, як правило, непатогенні для тварин. Дизентерійні бактерії поділяються на п'ять видів. В даний час найбільш поширені види *Sh. Flexneri* і *Sh. Sonnei*; вид *Sh. Grigoriewa-Schigae*, що виділяє екзотоксин, зустрічається рідко.

Дизентерійні бактерії потрапляють в організм через рот і, досягаючи товстої кишки, розвиваються в її слизовій оболонці. При загибелі клітин звільняються ендотоксини. При цьому розвивається набряк стінок кишечника і кровоточать виразки. Тому симптоми дизентерії – слизові і слизово-криваві випорожнення, а також різкий біль в області кишечника. Джерело інфекції – хвора людина. Особливо небезпечні хворі атиповими формами дизентерії, вислизають від спостереження лікаря, хронічно хворі і здорові носії шигелл. Дизентерійна паличка передається при безпосередньому контакті, а також за допомогою інфікованих харчових продуктів (молочні продукти, фрукти, овочі). Велику роль у поширенні інфекції відіграють мухи. У порівнянні з сальмонелами шигели дещо менш стійкі, але теж добре переносять низькі зимові температури і заморожування строком до одного місяця. У річковій воді шигели зберігаються до 3-х місяців, у водопровідній – до одного місяця, в стічних водах – протягом одного тижня. Водні спалахи дизентерії зазвичай виникають в зимовий і весняний час. У зв'язку з поліпшенням умов водопостачання в останні роки спостерігаються переважно літні спалахи, обумовлені поширенням інфекції через харчові продукти і мух.

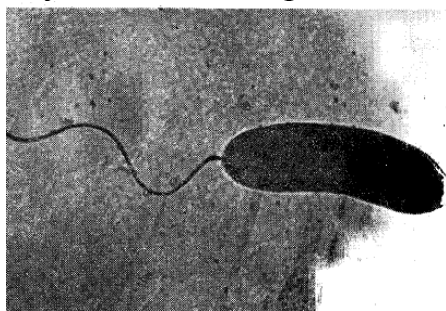


Рисунок 7.3 – Збудник холери
Vibrio cholerae El-Tor

До групи кишкових інфекцій відноситься захворювання холерою, викликані холерним вібріоном *Vibrio cholerae asiaticae* і *V. cholerae El-Tor* (рис. 7.3). Холерний вібріон має форму зігнутої палички довжиною 1,5-2 мкм, іноді зустрічаються довгі прямі і покручені нитки, а також короткі коккобактерії. Вібріон грамнегативний, спор і капсул не утворює і відрізняється дуже високою рухливістю.

Мікроб цей – строгий аероб, добре розвивається в слаболужному середовищі, переносить рН 9, нестійкий у кислому середовищі. Знижена кислотність шлункового соку сприяє захворюванню.

Мікроби потрапляють в організм через рот. Згубний для них бар'єр – шлунковий сік – вони обходять з водою або грудочками їжі. Розмножуються в тонкому кишечнику, при відмиранні виділяють велику кількість токсинів, що ушкоджують різні органи. Основну небезпеку при захворюванні представляє зневоднення організму, що настає внаслідок втрати води з випорожненнями. Тому хворим на холеру неодмінно призначають краплинні вливання фізіологічного розчину. Зустрічаються випадки так званої сухої холери, коли смерть настає дуже швидко внаслідок загальної інтоксикації, ще до появи проносу. Відомі випадки протікання холери у вигляді легкого гастроентерита, а також вібріонотозу збудника холери здоровими людьми.

Епідемії холери в минулому протікали дуже важко. З 1817 р. до 1925 р. спостерігалось 6 пандемій холери. Тільки в 1848 р. в Росії загинуло від холери 690150 чоловік при числі захворілих 1 млн. 742 тис. У 1947 р. в Єгипті, в долині Нілу протягом місяця захворіло понад 20000 чоловік, і майже половина захворювань закінчилася летальним результатом. Остання, VII пандемія холери, зареєстрована в більшості країн Азії та Європи, викликана *Vibrio cholerae El-Tor*, незначно відрізняється за своїми властивостями від *V. ch. Asiaticae*. Як правило, захворювання протікає дещо легше, але тим більше число атипових випадків і здорового носійства. У період VII пандемії випадки холери в СРСР відзначалися в Астрахані, Керчі, Одесі.

Збудник холери потрапляє у воду з неочищеними стічними водами. В річковій і колодязній воді він зберігається протягом трьох місяців, у водопровідній – до одного місяця. На відміну від ентеробактерій холерний вібріон добре зберігається в стічних водах. Відомі випадки, коли в забрудненій воді він виживав протягом семи місяців. У морській воді збудник холери зберігається ще краще, ніж у прісній. Це пояснюється тим, що при підвищенні концентрації мінеральних солей та органічних речовин він починає розмножуватися з більшою швидкістю.

Холерні вібріони надзвичайно чутливі до впливу різних дезінфікуючих речовин. Вони гинуть в 1%-ному розчині карболової кислоти протягом 5 хв., а в 0,1%-ному розчині сулеми моментально. Хлор в розведенні 1:1000000 протягом 15 хвилин губить їх повністю. Для попередження холери рекомендується мити овочі та фрукти слабким розчином оцтової кислоти, так як холерний вібріон погано переносить підкислення середовища. Збудники всіх кишкових інфекцій, в тому числі і холери, вельми чутливі до підвищення температури і гинуть не тільки при кип'ятінні, але і при пастеризації.

Крім кишкових інфекцій, водним шляхом передаються лептоспірози, амевна дизентерія, лямбліоз та інші захворювання.

Лептоспірози відносяться до типово водних інфекцій. Збудники потрапляють у воду головним чином з виділеннями щурів. Щури, в свою чергу, заражаються через воду й інфікують ґрунт, водойми, житла людей, харчові продукти і т.п. Серед водних лептоспірозів розрізняють в основному два захворювання: жовтяничний лептоспіроз, або хвороба Васильєва-Вейля, і безжовтяничний лептоспіроз, або водну лихоманку.

Збудники лептоспірозів відносяться до сімейства спірохет, до роду *Leptospira*. Вони являють собою штопорообразно клітини діаметром 0,25 мкм і довжиною до 4 мкм. На кінцях є типові витончені гачки. Лептоспіри – аероби, але добре переносять і знижений вміст кисню в середовищі. Вони дуже рухливі завдяки руху тіла і жгутикам, розташованим на кінцях клітини. Лептоспіри погано переносять підвищення температури, але вельми стійкі до низьких температур: навіть кількаразове заморожування не вбиває їх. У річковій воді збудник жовтяничного лептоспірозу може зберігатися до 5 місяців, у колодязній – до 2-х місяців, збудник водної лихоманки – ще довше.

Лептоспіри дуже чутливі до реакції середовища, вони добре переносять луження середовища і дуже погано – підкислення. Вельми чутливі лептоспіри до дезінфікуючих агентів і досить швидко гинуть при хлоруванні води.

Зараження лептоспірозом відбувається як при питті зараженої води, так і при інших видах водокористування. Захворювання характеризується раптовим підвищенням температури, м'язовими болями і сильним головним болем. При жовтяничному лептоспірозі спостерігається ураження печінки та нирок, носові, маткові і кишкові кровотечі, жовтяниця. При безжовтяничному лептоспірозі має місце почервоніння обличчя і слизових оболонок.

Профілактика лептоспірозів полягає насамперед в охороні від забруднення тваринами джерел водопостачання та у знищенні щурів, вакцинації населення в місцевостях, неблагополучних за лептоспірозом.

Амебна дизентерія за течією хвороби подібна звичайній дизентерії. Вона поширена в основному в країнах з тропічним і субтропічним кліматом. Збудник її – амеба *Entamoeba histolytica*. Характерною особливістю цієї амеби є включення з еритроцитів. Дизентерійні амеби широко поширені і зустрічаються у воді, у ґрунті, на тілі людини. Джерело амебіоза – хвора людина і здоровий носій, причому носійство триває іноді кілька років. Один носій може виділяти на добу до 1 млн. цист. Профілактика амебної дизентерії полягає в строгому дотриманні санітарно-гігієнічних норм у водопостачанні та громадському харчуванні.

Водним шляхом може передаватися і туляремія. Збудник туляремії поширюється майже всіма відомими шляхами, але головна роль належить переносникам: гризунам та іксодовим кліщам. Заходи боротьби з туляремією полягають у вакцинації населення уражених районів, а також у зниженні чисельності переносників.

Збудники деяких вірусних інфекцій можуть передаватися водним шляхом, але цей шлях для них не основний. Збудник поліомієліту (поліовірус) і кишкові віруси (ЕCHO і Коксакі) розмножуються в тканинах травного тракту, в тому числі в глоточному кільці. Вони виділяються з фекаліями, а також з частинками слини і носових виділень при кашлі та чханні. Основним шляхом поширення цих вірусів в даний час вважається крапельно-повітряний, але відомі спалахи водного та молочного поліомієліту.

7.4 Поняття імунітету

Під *імунітетом* розуміють сукупність пристосувань макроорганізму, які забезпечують йому захист від проникнення і розмноження хвороботворних агентів, знешкоджують продукти їх життєдіяльності і сприяють видаленню з організму чужорідних білків і мікробів. У вузькому сенсі під імунітетом розуміють властивість організму протистояти інфекції.

Існують різні категорії імунітету. Так, генетична стійкість полягає в несприйнятливості якогось виду організмів до певного захворювання; наприклад, коні не хворіють на кір, людина стійка до курячої віспи і т.д. Фізіологічна стійкість полягає в загальних або індивідуальних особливостях організму. Відомо, що до кору, коклюшу, скарлатини, поліомієліту особливо сприйнятливі діти, хоча ними можуть хворіти і дорослі. Прикладом індивідуальної несприйнятливості може служити стійкість осіб з підвищеною кислотністю шлункового соку до холери.

Особливий випадок імунітету представляють алергічні реакції або алергії (кропив'янка, сінна лихоманка, алергічний нежить і т.д.), пов'язані з підвищеною чутливістю організму до деяких речовин. Причину зростання алергічних захворювань на земній кулі більшість дослідників пов'язує зі зростаючим забрудненням навколишнього середовища.

В результаті тривалої еволюції в макроорганізмі виробилися пристосування, що перешкоджають проникненню і поширенню хвороботворних агентів. Наприклад, високу бактерицидну активність має чиста, непошкоджена шкіра людини; в слюзах, мокроті, слині міститься особлива речовина – лізоцим, здатна розчиняти клітини мікробів; шлунковий сік згубно діє на більшість мікроорганізмів, що потрапляють з їжею в шлунково-кишковий тракт, і т.д.

Важливу роль у захисті організму від інфекції відіграє запальна реакція, що сприяє локалізації хвороботворних агентів і перешкоджає їх поширенню в організмі. У процесі ліквідації вогнища інфекції беруть участь спеціалізовані клітини, здатні захоплювати і перетравлювати мікробів (фагоцитувати). Такі клітини називаються *фагоцитами*. Існує два типи фагоцитів. Одні з них постійно знаходяться в стінках судин, особливо судин печінки, селезінки, кісткового мозку, лімфатичних вузлів і т.д. Ці фіксовані фагоцити є частиною ретикулоендотеліальної системи. На противагу їм рухливі фагоцити, або лейкоцити, вільно циркулюють в крові.

Лейкоцити, або білі кров'яні тіลця, здійснюють фагоцитоз, який полягає в тому, що потрапили в організм чужорідні тіла, в тому числі мікроби, заковтуються і руйнуються лейкоцитами. Захисна роль фагоцитозу була відкрита І. І. Мечниковим в 1892 р. Поряд з фагоцитами в організмі є неклітинні фактори імунітету, у тому числі так звані специфічні антитіла, що містяться в сироватці крові. Утворення антитіл стимулюється в результаті попадання в організм так званих антигенів. У ролі антигенів можуть виступати як живі організми, так і речовини білкової природи, наприклад, пилок рослин, шерсть і т.д. Кожному антигену властиві певні антитіла. Ця властивість називається *специфічністю*.

При зустрічі антигену з антитілом, як в організмі, так і поза ним, вони взаємодіють один з одним. Внаслідок цього процесу в організмі настає повне або часткове знешкодження (нейтралізація) антигену. У штучних умовах ця взаємодія може протікати у формі видимих реакцій. Такі реакції називають серологічними (*serum* – сироватка).

Антитіла і фагоцити виступають проти інфекції «єдиним фронтом». Антитіла «готують» мікробні клітини до захоплення їх фагоцитами. Багато патогенних бактерій покриті капсулою і тому легко вислизують від фагоцитів. Відповідні антитіла роблять поверхню бактеріальних клітин липкою, склеюють бактерії і, таким чином, роблять їх більш доступними фагоцитозу. Інша група специфічних антитіл антитоксини – здатні знешкоджувати отруйні продукти життєдіяльності бактерій.

7.5 Протиепідемічні заходи

Боротьба з епідеміями зазвичай ведеться шляхом одночасного впливу на всі три ланки епідемічного ланцюга. Соціальні фактори в цьому відношенні відіграють чи не більшу роль, ніж медичні. Необмежені можливості використання новітніх досягнень медицини дозволили домогтися ліквідації в СРСР таких інфекційних захворювань, як натуральна віспа, холера, малярія, поворотний тиф і ін. Ці захворювання не мають вогнищ інфекції на нашій території, але можуть бути занесені ззовні. Спеціальні заходи щодо попередження та ліквідації інфекційних захворювань дозволяють локалізувати і знешкодити виникнення осередів інфекції.

Вплив на джерело інфекції може бути різноманітним і залежить як від самого джерела, так і від форми прояву інфекційного захворювання. Хвору людину зазвичай ізолюють і госпіталізують. Дуже велику роль для локалізації вогнища інфекції відіграє раннє виявлення захворювання. Тому в період епідемій медичні працівники та громадські санітарні уповноважені систематично відвідують квартири і будинки, госпіталізують хворих. Рання діагностика захворювання дозволяє скоротити терміни лікування.

Велику небезпеку в поширенні інфекції представляє бактеріоносійство, яке при деяких інфекціях може тривати практично довічно. Епідеміологічна небезпека бактеріоносіїв зростає, якщо вони мають доступ до продуктів харчування та джерела водопостачання. У зв'язку з цим особи, які працюють в системі водопостачання, на об'єктах громадського харчування, в продовольчих магазинах і на продовольчих складах, піддаються регулярному бактеріологічному обстеженню.

Механізм передачі інфекційних захворювань включає три фази:

- 1) виділення інфекційного агента з джерела інфекції в навколишнє середовище;
- 2) збереження його поза хворого організму;
- 3) проникнення в здоровий організм.

Завдання протиепідемічних заходів полягає в тому, щоб на будь-якій стадії не допустити поширення збудника інфекції.

У припиненні інфекцій, які розповсюджуються, водним шляхом, велику роль відіграє комунальний благоустрій населених місць. Будівництво

водопроводу і каналізації, правильна їх експлуатація, своєчасне очищення території та санітарна освіта населення – основні фактори, які відіграють вирішальну роль у ліквідації водних інфекцій.

Вплив на третю ланку епідемічного ланцюга – сприйнятливий організм – ведеться шляхом імунізації населення.

У плановому порядку проводиться вакцинація груп населення, найбільш схильних до небезпеки зараження за умовами праці або представляють найбільшу небезпеку для оточуючих за родом своєї діяльності (медичні працівники, працівники органів міліції та транспорту, працівники водопостачання, дитячих установ, харчових підприємств і т.д.).

Щеплення за епідемічними показниками проводяться у разі загрози занесення особливо небезпечних інфекцій і у разі підвищення рівня захворюваності в даній місцевості.

Підвищення стійкості чутливого організму до інфекції шляхом імунізації – важлива міра боротьби з поширенням інфекційних захворювань. Для боротьби з особливо небезпечними інфекціями Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) розроблені «Міжнародні санітарні правила». У число карантинних хвороб входять чума, холера (в тому числі парахолера Ель-Тор), жовта лихоманка, натуральна віспа, висипний тиф, поворотний тиф. Всі органи охорони здоров'я зобов'язані сповіщати ВООЗ протягом доби про зараження району карантинною інфекцією або про виявлення в районі одного або більше випадків карантинного захворювання. ВООЗ інформує всі органи охорони здоров'я про карантинні захворювання.

7.6 Контроль рівня забруднення води

Відповідно до "Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами" [20], прісні води суходолу поділяють, залежно від характеру їх використання, на чотири категорії:

I категорія – водойми господарсько-питного водопостачання населення та підприємств харчової промисловості;

II категорія – водойми культурно-побутового призначення, що використовуються для рекреації, заняття спортом тощо;

III категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження та нересту особливо цінних порід риб, які чутливі до кількості розчинного у воді кисню та кількості завислих речовин;

IV категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження інших порід риб та їх нересту.

Згідно з категорією водойм, в місцях водокористування або водозабору при водоспоживанні, встановлені відповідні нормативи якості води, які об'єднані в дві групи: гігієнічні та санітарні (табл. 7.1). *Нормами якості води* називають установлені значення показників якості води, дотримання яких забезпечує потреби конкретних видів водокористування.

Для *гігієнічної* оцінки якості води використовують такі показники:

- ✓ кількість завислих речовин;
- ✓ температура;

- ✓ водневий показник;
- ✓ мінеральний склад води;
- ✓ концентрація розчиненого у воді кисню;
- ✓ біохімічне споживання кисню повне (БСК_п);
- ✓ хімічне споживання кисню (ХСК);
- ✓ наявність збуджувачів хвороб тощо.

Для *санітарної* оцінки якості води використовують такі показники:

- ✓ граничнодопустимі концентрації забруднювальних воду речовин, з врахуванням лімітуючих ознак шкідливості;
- ✓ класи небезпеки хімічних речовин.

Норми показників якості води для кожної категорії враховують особливості використання або споживання вод, а для водойм рибогосподарського призначення враховується явище біокумуляції та чутливість деяких гідробіонтів (табл. 7.1). Найвищі вимоги до якості води ставляться у водоймах III та I категорії.

Таблиця 7.1 – Деякі гігієнічні й санітарні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	I категорія	II категорія	III категорія	IV категорія
Кількість завислих речовин	$\leq 0,25 \text{ мг/дм}^3$	$\leq 0,75 \text{ мг/дм}^3$	$\leq 0,25 \text{ мг/дм}^3$	$\leq 0,75 \text{ мг/дм}^3$
Кількість плаваючих домішок	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям масел та нафтопродуктів, відсутні інші домішки			
Кількість розчиненого кисню	$\geq 4,0 \text{ мг/дм}^3$	$\geq 4,0 \text{ мг/дм}^3$	$\geq 6,0 \text{ мг/дм}^3$	$\geq 4,0 \text{ мг/дм}^3$
БПК _п	$\leq 3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 6,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$
ХПК	$\leq 15 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 30 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 15 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$	$\leq 30 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$
Вміст токсичних речовин	Лімітується ГДК _В (гігієнічними)		Лімітується ГДК _{ВР} (рибогосподарськими)	
Водневий показник (рН)	6,5-8,0	6,5-8,5	6,5-8,0	6,5-8,0
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників захворювань			

Для вод господарсько-питного і культурно-побутового призначення для нормування їх якості встановлюються ГДК_В шкідливих речовин з урахуванням трьох лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичної, санітарної або загальносанітарної та санітарно-токсикологічної*.

Для вод рибогосподарського призначення – ГДК_{ВР} з урахуванням п'яти лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичної, санітарної або загальносанітарної, санітарно-токсикологічної, токсикологічної та рибогосподарської*.

Лімітуюча ознака шкідливості (за ДСТУ 3041-95) – це одна з ознак шкідливості речовин, що забруднюють воду, яка визначає їхній переважний негативний вплив і характеризується найменшим значенням ефективної-неефективної концентрації.

Кожна лімітуюча ознака шкідливості характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка показує прояв їх шкідливої дії, а саме:

- ✓ *органолептичний* показник шкідливості характеризує здатність речовин змінювати органолептичні властивості води, зокрема смак, запах, колір тощо;

- ✓ *загальносанітарний* показник шкідливості характеризує вплив речовин на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних реакцій за участю природної мікрофлори або хімічних перетворень;
- ✓ *санітарно-токсикологічний* показник характеризує шкідливу дію речовин на організм людини;
- ✓ *токсикологічний* показник шкідливості характеризує токсичність речовин для гідробіонтів, зокрема планктон тощо;
- ✓ *рибогосподарський* показник шкідливості характеризує вплив речовин на погіршення якості промислових риб.

Найменша з нешкідливих концентрацій за трьома або п'ятьма ознаками шкідливості приймається за ГДК із зазначенням лімітуючого показника шкідливості. Наприклад, деякі величини ГДК забруднюючих воду речовин зазначені у таблиці 7.2.

Під час попадання до водних об'єктів декількох речовин з однонаправленими лімітуючими показниками шкідливостей сума відносин концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) кожної з речовин з урахуванням концентрацій речовин від вищерозташованих випусків до відповідних гранично допустимих концентрацій не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1.$$

Аналізуючи дані таблиці 7.2, бачимо, що гранично допустима концентрація більшості забруднюючих речовин у водоймах I-II категорії вища. Це, очевидно, пояснюється різною кількістю лімітуючих показників шкідливості речовин при встановленні величини ГДК, і тим, що чутливими до дії забруднюючих речовин є ряд гідробіонтів.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у водоймах

Забруднююча речовина	ГДК, мг/дм ³ , (лімітуючий показник шкідливості)	
	Для водойм I-II категорії (ГДК _В)	Для водойм III-IV категорії (ГДК _{ВР})
Аміак (NH ₃), (в перерахунку на азот)	2,0 (сан.-токс.)	0,05 (токс.)
Мідь (Cu ²⁺)	1,0 (орган.)	0,01 (токс.)
Нітрати (за NO ₃ ⁻)	45,0 (сан.-токс.)	–
Нітрити (за NO ₂ ⁻)	3,3 (сан.-токс.)	–
Меркурій (Hg ²⁺)	0,0005 (сан.-токс.)	0,0001 (токс.)
Свинець (Pb ²⁺)	0,03 (сан.-токс.)	0,01 (токс.)
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	500,0 (орган.)	–
Нафта і нафтопродукти в емульсованому стані	0,5 (орган.)	0,05 (токс.)

Примітка: сан.-токс. – санітарно-токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, токс. – токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, орган. – органолептичний лімітуючий показник шкідливості, саніт. – загальносанітарний лімітуючий показник шкідливості

Згідно із ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1], питна вода повинна бути безпечною в епідемічному і радіаційному відношенні, нешкідлива за хімічним складом і повинна мати сприятливі органолептичні властивості. До вод рибогосподарського призначення ставляться, крім цього, і інші вимоги.

Слід зазначити, що ГДК_{вр} повинні відповідати ряду вимог, за яких не повинно спостерігатись загибель риб та кормових організмів для риб, поступове зникнення видів риб або кормових організмів, погіршення товарних якостей риби та заміна цінних видів риб на малоцінні. Тому, рибогосподарські водні об'єкти іноді поділяють не на дві категорії (III та IV за попередньою класифікацією), а на три:

- ✓ *водойми вищої категорії*, до яких відносять місця розташування нерестилищ, масового нагулу та зимувальні ями особливо цінних видів риб та інших промислових водних організмів, а також охороняємі зони господарств будь-якого типу для розведення і вирощування риб, інших водних тварин і рослин;
- ✓ *водойми першої категорії*, до яких належать об'єкти, які використовують для збереження і відтворення цінних порід риб, що володіють високою чутливістю до кількості розчиненого у воді кисню;
- ✓ *водойми другої категорії*, до яких належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Оцінка якості природних вод є справою складною і клопіткою. Існує ряд підходів і методик цієї процедури. У більшості випадків, оцінку якості природних вод проводять за інтегральними показниками якості (іноді за індивідуальними), хоча ці показники в силу своєї відносності практично непридатні для їх використання як критерію "краще" або "гірше".

Під *якістю води* в цілому розуміють характеристику її складу і властивостей, які визначають її придатність для конкретних видів водокористування (ГОСТ 17.1.1.01-77 [21]), при цьому критерії якості являють собою показники, за якими проводиться оцінка якості цих вод. Важливим є, також, врахування факторів, що визначають хімічний склад природних вод.

Як зазначалось раніше, природні води класифікують на основі інтегральних та сумарних показників якості. До інтегральних показників, які найбільш часто використовуються для оцінки якості природних вод, належать *індекс забруднення води (ІЗВ)* для хімічного забруднення вод та гідробіологічний *індекс санпробності S*.

ІЗВ часто розраховують на основі шести-восьми показників, як правило гідрохімічних, але деякі критерії якості є обов'язковими: концентрація розчиненого у воді кисню, величина рН, біохімічне споживання кисню за п'ять діб БСК₅. Індекс забруднення води розраховують за формулою

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i / ГДК_i}{n},$$

де C_i – концентрація нормованого компоненту, мг/дм³ (іноді значення параметру);

$ГДК_i$ – встановлена величина концентрації компоненту для відповідного типу водойми, мг/дм³ (іноді значення параметру);

n – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Залежно від величини *ІЗВ*, водойми або їх ділянки поділяють на відповідні класи (табл. 7.3). *ІЗВ* порівнюються для водних об'єктів однієї біохімічної провінції та подібного типу, або для ділянок однієї водойми – за течією, в часі тощо.

Таблиця 7.3 – Класи якості природних вод залежно від значення *ІЗВ*

Рівень забрудненості води	Значення <i>ІЗВ</i>	Класи якості вод
Дуже чисті	до 0,2	1
Чисті	0,2-1,0	2
Помірно забруднені	1,1-2,0	3
Забруднені	2,1-4,0	4
Брудні	4,1-6,0	5
Дуже брудні	6,1-10,0	6
Надзвичайно брудні	> 10,0	7

Серед гідробіологічних інтегральних показників якості найбільш часто використовують *індекс сапробності S*, який характеризує ступінь забрудненості води органічними нетоксичними речовинами, наприклад, продуктами метаболізму організмів, продуктами їх розкладу тощо, тобто ступінь розвитку евтрофування водойм. Індекс сапробності розраховують на основі індивідуальних характеристик сапробності індикаторних видів, які представлені в різних водних співтовариствах, зокрема фітопланктоні, перифітоні тощо:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

де S_i – значення сапробності гідробіонту, що задається спеціальними таблицями;

h_i – відносна повторюваність індикаторних організмів в полі зору мікроскопу;

n – число обраних індикаторних видів.

За величиною індексу сапробності природні водойми або, частіше їх ділянки, поділяють на відповідні класи якості вод й зони (табл. 7.4).

Крім зазначених показників якості природних вод, для оцінки їх якості використовуються *індекс самозабруднення-самоочищення води і мікробіологічні показники*. За мікробіологічними показниками можуть проводити визначення рівня забрудненості і класу якості водних об'єктів (табл. 7.5).

Під індексом самозабруднення-самоочищення (*A/R*) розуміють відношення валової первинної продукції фітопланктону до величини деструкції органічної речовини в планктоні. За цим показником виявляють тенденції розвитку флори і фауни водойми і роблять попередній висновок про розвиток евтрофування.

Таблиця 7.4 – Класи якості природних вод залежно від індексу сапробності

Рівень забрудненості вод	Зона	Значення S	Класи якості вод
Дуже чисті	ксеносапробна	до 0,50	1
Чисті	олігосапробна	0,50-1,50	2
Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,51-2,50	3
Дуже забруднені	β -мезосапробна	2,51-3,50	4
Надзвичайно забруднені	полісапробна	3,51-4,00	5
Дуже брудні	полісапробна	> 4,00	6

Таблиця 7.5 – Класи якості води за мікробіологічними показниками

Рівень забрудненості вод та клас їх якості	Мікробіологічні показники		
	Загальне число бактерій, $\times 10^6$ клітин/см, N_{Σ}	Число сапрофітних бактерій, $\times 10^3$ клітин/см ³ , N_s	Відношення N_{Σ}/N_s
Дуже чисті, 1	< 0,5	< 0,5	> 1000
Чисті, 2	0,5-1,0	0,5-5,0	\geq 1000
Помірно забруднені, 3	1,1-3,0	5,1-10,0	1000-100
Забруднені, 4	3,1-5,0	10,1-50,0	< 100
Брудні, 5	5,1-10,0	50,1-100,0	< 100
Дуже брудні, 6	> 10,0	> 100,0	< 100

Крім цих інтегральних характеристик, які дають уявлення про загальний перебіг процесів у водоймах або про загальні властивості води, використовують класифікації вод за сумарними показниками, які характеризують той чи інший критерій якості природних вод. До таких показників відносять загальну мінералізацію вод, електропровідність вод, водневий показник (рН), окисно-відновний потенціал води, концентрацію розчиненого у воді кисню, твердість води тощо.

Мінералізація природних вод, яка визначає їх питому електропровідність, може змінюватись в широких межах. Мінералізацію природних вод, під якою розуміють сумарний вміст всіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, виражають в мг/дм³, якщо вона не перевищує 1000 мг/дм³, або в %, при величині мінералізації понад 1000 мг/дм³. Більшість річок має мінералізацію від кількох міліграмів в дм³ до кількох сотень міліграм в дм³. Мінералізація підземних вод і солоних озер змінюється в межах від 40-50 мг/дм³ до 650 г/дм³. Урахування цього параметру є важливим при оцінці якості природних вод, адже ряд гідробіонтів можуть бути чутливими до зміни солоності води. Гідробіонти можуть бути "галофітами" або "галофобами", тобто одні з них кращі умови знаходять в воді високої мінералізації, інші – малої. За величиною мінералізації, природні води класифікують за відповідними категоріями (табл. 7.6).

Таблиця 7.6 – Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Категорія природних вод	Мінералізація, г/дм ³
Ультрапрісні води	< 0,2
Прісні води	0,2-0,5
Води з відносно підвищеною мінералізацією	0,5-1,0
Солонуваті води	1,1-3,0
Солоні води	3,1-10,0
Води підвищеної солоності та морські	10,1-35,0
Розсоли або рапи	> 35,0

Багато виробництв, сільське господарство, підприємства питного водозабезпечення тощо, висувають певні вимоги до якості води, в тому числі і за величиною мінералізації. Води з підвищеним вмістом солей можуть негативно впливати на рослинні та тваринні організми, технологію виробництва, викликати корозію, призводити до засолення ґрунтів. Так, у відповідності з гігієнічними нормативами якості питної води, сумарна мінералізація не повинна перевищувати 1000 мг/дм³ і тільки в окремих випадках, за згодою санепідемстанцій величина мінералізації питних вод може сягати 1500 мг/дм³.

Водневий показник (*pH*) є важливою величиною природних вод. Як правило, вміст іонів водню, точніше гідроксонію – H_3O^+ , в природних водах визначається, переважно, кількісним відношенням концентрації карбонатної кислоти та її солей:



Для зручності вираження вмісту іонів водню у водах використовують величину $pH = -\lg[H^+]$, тобто негативний логарифм рівноважної концентрації іонів водню. Крім карбонатної кислоти і її солей, природними джерелами надходження іонів водню у воду є гумусові кислоти, які містяться в ґрунтах, а також процеси гідролізу солей (див. «Самоочищення вод від мінеральних компонентів»).

Якщо в поверхневих водах містяться невеликі кількості діоксиду вуглецю, то вони мають лужну реакцію і навпаки. Тому, на кислотність природних вод значного впливу надають процеси фотосинтезу, при яких споживається CO_2 . Значення *pH* більшості річкових вод, як правило, коливається в межах 6,5-8,5, в болотах – 5,5-6,0, в морських водах – 7,9-8,3. Слід зазначити, що величина *pH* для більшості річкових вод та озер має сезонні коливання: зимою – 6,8-7,4, влітку – 7,4-8,2.

Величина *pH* води є одним із найважливіших показників якості вод, вона впливає на хімічні та біохімічні процеси у водоймах, визначає розвиток і життєдіяльність гідробіонтів, визначає міграцію хімічних елементів у водному середовищі та форми знаходження цих елементів у воді. Крім того, величина *pH* води визначає її агресивність до металів і бетону. Тому, природні води за величиною *pH* доцільно поділити на сім груп (табл. 7.7).

Зміна величини *pH* природних вод і, в першу чергу, в бік пониження цього показника (зростання кислотності) є вкрай небажаним.

Зміна кислотності водойм в ту чи іншу сторону є небажаною, причому

різка зміна величина рН на 1 і більше викликає практично повну загибель риб та інших водних організмів. У той же час, найбільш часто загрозливий характер мають процеси закислення вод. Вони можуть бути спричинені випаданням кислотних дощів, господарською діяльністю людини або природними факторами.

Таблиця 7.7 – Класифікація природних вод за величиною рН

Група вод	рН	Джерела формування кислотності вод
Сильнокислі води	<3,0	Гідроліз солей важких металів (шахтні й рудні води)
Кислі води	3,0-5,0	Потрапляння у воду карбонатної кислоти, фульвокислот та інших кислот, внаслідок розкладу органічних речовин
Слабокислі води	5,1-6,5	Наявність гумусових кислот у ґрунтах і болотних водах (води лісової зони)
Нейтральні води	6,6-7,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)
Слаболужні води	7,6-8,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)
Лужні води	8,6-9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію (Na_2CO_3 , NaHCO_2)
Сильнолужні води	>9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію (Na_2CO_3 , NaHCO_2)

Окисно-відновний потенціал (E_h) або редокс-потенціал є важливою величиною природних вод, він визначає можливість проходження реакцій окислення та відновлення. В процесах окислення та відновлення можуть утворюватись більш або менш токсичні інгредієнти природних вод, наприклад, $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$, $\text{Cr(VI)} \rightarrow \text{Cr(III)}$, а зміна ступеня окислення цих компонентів може впливати на їх міграцію у водному середовищі.

Величина редокс-потенціалу виражається в мілівольтах (мВ) і для природних вод значення E_h коливається від -400 до +700 мВ. Вона визначається сукупністю всіх процесів у воді за участю елементів, які мають змінну валентність. За цим показником природні води поділяють на три основні види геохімічних станів:

- *окислювальний* – з характерним значенням $E_h > +(100-150)$ мВ, у воді достатня кількість розчиненого кисню, а хімічні елементи знаходять, переважно, у вищих ступенях окислення;
- *перехідний окисно-відновний* – з характерним значенням $E_h +(100-0)$ мВ, нестійким геохімічним режимом і змінним вмістом розчиненого у воді кисню та сірководню. В цих умовах можуть протікати як реакції окислення, так і реакції відновлення;
- *відновлювальний* – з характерними негативними значеннями E_h . В таких водах елементи знаходяться, переважно, в нижчих ступенях окислення, а вода часто містить сірководень.

З екологічної точки зору необхідно підтримувати окислювальний стан у природних водоймах, що зумовлює насиченість води розчиненим киснем і сприяє самоочищенню водойм. Крім того, більшість елементів у вищих

ступенях окислення характеризуються меншою токсичністю, хоча є і виключення.

Концентрація розчиненого у воді кисню є важливим сумарним параметром якості води, який характеризує різноманітні процеси, які протікають у водоймах: окислення-відновлення, зміна температури тощо. На цей параметр впливають дві групи протилежно напрямлених процесів: одні збільшують концентрацію розчиненого у воді кисню, інші – зменшують її. Крім того, на розчинність у воді кисню, як і інших газів, впливають температура і тиск. Зростання температури зменшує розчинність у воді кисню, а тиску – збільшує.

До першої групи процесів, що збагачують воду киснем, відносять процес абсорбції кисню з атмосфери, виділення кисню водною флорою в процесі фотосинтезу, а також потрапляння у водойми дощової та талої води, які завжди пересичені киснем.

Абсорбція кисню з атмосфери проходить на поверхні водного об'єкту і його швидкість підвищується з пониженням температури, з підвищенням тиску як загального, так і парціального, та зниженням мінералізації води.

Фотосинтетичне виділення кисню проходить при одночасній асиміляції розчиненого у воді діоксиду вуглецю водною флорою. Інтенсивність процесу фотосинтезу підвищується із зростанням температури води, інтенсивності сонячного випромінювання і наявності біогенних елементів, які необхідні для розвитку організмів. Продуктування кисню проходить в поверхневих шарах водойми, глибина яких залежить від прозорості води і залежить від сезону.

Концентрація розчиненого у воді кисню може бути лімітуючим фактором для ряду гідробіонтів, тому цей показник є дуже важливим. За показником насиченості води киснем проводиться класифікація природних вод за класами якості (табл. 7.8).

Таблиця 7.8 – Вміст кисню у водоймах з різним ступенем їх забрудненості

Рівень забрудненості води і клас якості	Розчинений у воді кисень		
	літо, мг/дм ³	зима, мг/дм ³	насиченість, %
Дуже чисті, 1	~ 9	14-13	95
Чисті, 2	~ 8	12-11	80
Помірно забруднені, 3	7-6	10-9	70
Забруднені, 4	5-4	5-4	60
Брудні, 5	3-2	5-1	30
Дуже брудні, 6	0	0	0

Отже концентрація розчиненого у воді кисню залежить і від ступеня забрудненості води водойми.

Стічні води, промислові й побутові, звичайно містять велику кількість різноманітних за складом органічних і неорганічних забруднювачів, які, як правило, окислюються або розкладаються з випаровуванням кисню. Загальний рівень забруднення в цьому випадку може характеризувати величина потреби в кисні. Розрізняють біологічну і хімічну потребу в кисні.

Під біологічною потребою в кисні (БПК) розуміють ту кількість кисню в мг/л стічної води, яке потрібне живим організмам для окислення органічних і

неорганічних речовин, що знаходяться в одному літрі стічної води. Очевидно, що біологічному окисленню піддаються тільки ті компоненти стічних вод, які можуть бути використані організмами для своєї життєдіяльності. Процес цей тривалий, тому величина БПК завжди вказується з індексом, що означає час окислення в добі. При цьому величина БПК₁₀ (окислення протягом 10 діб) буде більше величини БПК₅ (окислення протягом 5 діб) унаслідок глибшого окислення. Таким чином, величина БПК прагнучиме до деякої стабільної величини, що позначається, як величина БПК повна (БПК_п). БПК_п води господарсько-питних і рибогосподарських водоймищ в кисні при 20°C не повинна перевищувати 3 мгО₂/л.

Під хімічною потребою в кисні (ХПК) розуміють ту кількість кисню в міліграмах на літр стічної води, яке потрібне для окислення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в 1 л стічної води, яким-небудь окислювачем. При визначеній ХПК звичайно приймають як окислювач гарячий кислий розчин біхромату калія. Величина ХПК є найважливішою характеристикою промисловості стічних вод. Очевидно, що величина ХПК завжди буде більше величини БПК повної унаслідок глибшого окислення хімічним шляхом в порівнянні з біологічним. Порядок величини БПК міняється від 10-20 мгО₂/л – для порівняно чистої води до 1000 і більш мгО₂/л — для сильно забруднених стічних вод.

Відношення величини БПК/ХПК називають **біологічним показником води**. Оскільки величина БПК завжди менше величини ХПК, то величина біохімічного показника ніколи не перевищує одиницю. По величині БПК судять про можливість і ступінь очищення стічної води біологічним шляхом. Так, побутові стічні води, якнайповніші що очищаються біологічним шляхом, мають БПК близько 0,5. Величина БХП для промислових стічних вод коливається від 0,05 до 0,3.

В окремих випадках проводять класифікацію та оцінку якості природних вод за індивідуальними показниками, як правило, це високо небезпечні сполуки, зокрема іони важких металів, пестициди, радіонукліди тощо. Але така оцінка, як і попередні, дають уяву про перебіг тих чи інших процесів у водоймах або характеризують ступінь їх забруднення, але не показують загальний екологічний стан природних водойм.

Контрольні запитання



1. У чому полягає попереджувальний санітарний нагляд за системами водопостачання?
2. У чому полягає поточний санітарний нагляд за системами водопостачання?
3. Розкрийте поняття інфекції.
4. Як розповсюджуються інфекції?
5. Назвіть водні інфекції та їх збудників.
6. Розкрийте поняття імунітету.
7. У чому полягають протиепідемічні заходи?
8. Чому джерела прісної води поділяють на категорії? Як

- нормується якість води в місцях водокористування?
9. Що таке якість води? Охарактеризуйте джерела формування хімічного складу природних вод.
 10. Наведіть класифікацію природних вод за інтегральними та сумарними характеристиками. Яка їх роль?
 11. Розкрийте три ознаки шкідливості (загальносанітарна, органолептична, санітарно-токсикологічна).
 12. Розкрийте поняття БПК і ХПК.

ТЕМА 8 Відходи населених пунктів та промислових підприємств. Збір і видалення сміття

8.1 Відходи населених пунктів та промислових підприємств

До *твердих побутових відходів* відносяться відходи, що утворюються в житлових і громадських будівлях, торгових, видовищних, спортивних та інших підприємствах (включаючи відходи від поточного ремонту квартир), відходи від опалювальних пристроїв місцевого опалення, кошторисів, опале листя, що збираються з дворових територій, і великогабаритні відходи.

У містах та інших населених пунктах відбувається найбільш інтенсивне накопичення ТПВ, які при неправильному і несвоєчасному видаленні та знешкодженні можуть забруднювати навколишнє середовище.

Сезонні зміни складу ТПВ характеризуються збільшенням вмісту харчових відходів з 20-25% навесні, до 40-55% восени, що пов'язано з великим споживанням овочів і фруктів в раціоні харчування (особливо в містах південної зони). Взимку і восени скорочується вміст дрібного відсіву (вуличного сміття) з 20 до 1% в містах південної зони і з 11 до 5% в середній зоні.

Окрім збільшення маси зменшується щільність твердих побутових відходів за рахунок збільшеного вмісту в них паперу й пластмаси, в основному за рахунок пакувальних матеріалів. Склад ТПВ в різних країнах принципово не відрізняється, у зв'язку з чим проблеми їх складування, ліквідації, знешкодження або переробки багато в чому ідентичні. Однак це не означає, що при вирішенні цих проблем можливо використовувати який-небудь універсальний метод управління ТПВ. Навіть у країнах Європи, де встановлені єдині принципи управління відходами, існують відмінності в напрямках потоку ТПВ. Причому поховання відходів залишається досить поширеним способом їх усунення.

Норми накопичення ТПВ – це кількість відходів, що утворюються на розрахункову одиницю людина – для житлового фонду, одне місце в готелі; 1 м² торгової площі для магазинів і складів, в одиницю часу – день, рік. Норми накопичення визначають в одиницях маси (кг) або об'єму (л, м³).

На норми накопичення і склад ТПВ впливають такі фактори:

- ✓ ступінь благоустрою житлового фонду (наявність сміттєпроводів, газу, водопроводу, каналізації, системи опалення);
- ✓ поверховість, вид палива при місцевому опаленні;

- ✓ розвиток громадського харчування, культура торгівлі, ступінь добробуту населення і т.д.;
- ✓ кліматичні умови;
- ✓ специфіка харчування та ін.

Якість одержуваного в процесі переробки ТПВ органічного добрива або біопалива залежить від хімічного складу вихідних ТПВ.

ТПВ володіють механічною (структурною) зв'язністю завдяки волокнистим фракціям (текстиль, дріт і ін.) і зчепленням, обумовленим наявністю вологих липких компонентів.

Завдяки наявності твердих баластних фракцій (кераміка, скло) ТПВ та компост володіють абразивністю, тобто властивістю стирати взаємоперетинаючі поверхні, що стикаються з ними. ТПВ володіють злежуваністю, тобто при тривалій нерухомості втрачають сипучість і ущільнюються (з можливістю виділення фільтрату) без жодного зовнішнього впливу. При тривалому контакті ТПВ надає на метал корелюючий вплив, що пов'язано з високою вологістю і наявністю у фільтраті розчинів різних солей.

8.1.1 Класифікація ТПВ

Тверді побутові відходи являють собою грубу механічну суміш найрізноманітніших матеріалів і гниючих продуктів, що відрізняються за фізичними, хімічними і механічними властивостями і розмірами. Перед переробкою зібрані ТПВ необхідно обов'язково піддати сепарації за групами, якщо така має сенс, і вже після сепарації кожену групу ТПВ слід піддати переробці.

ТПВ можна розділити на кілька складів.

За якісним складом ТПВ поділяються на: папір (картон); харчові відходи; дерево; метал чорний; метал кольоровий; текстиль; кістки; скло; шкіру і гуму; камені; полімерні матеріали; інші компоненти; відсів (дрібні фрагменти, що проходять через 1,5-сантиметрову сітку).

До небезпечних ТПВ відносяться: батарейки та акумулятори, електроприлади, лаки, фарби і косметика, добрива та отрутохімікати, побутова хімія, медичні відходи, ртутьвмісні термометри, барометри, тонометри, лампи, що потрапили у відходи.

Одні відходи (наприклад, медичні, отрутохімікати, залишки фарб, лаків, клеїв, косметики, антикорозійних засобів, побутової хімії) становлять небезпеку для навколишнього середовища, якщо потраплять через каналізаційні стоки у водойми або як тільки будуть вимиті зі звалища і потраплять у ґрунтові або поверхневі води. Батарейки та ртутьвмісні прилади будуть безпечні до тих пір, поки не пошкодиться корпус: скляні корпуси приладів легко б'ються ще по дорозі на звалище, а корозія через якийсь час роз'їсть корпус батарейки. Потім ртуть, луг, свинець, цинк стануть елементами вторинного забруднення атмосферного повітря, підземних і поверхневих вод.

Побутові відходи характеризуються багатокомпонентністю і неоднорідністю складу, малою щільністю і нестабільністю (здатністю до загнивання).

За характером і ступенем впливу на природне середовище вони поділяються на:

- ✓ виробниче сміття, що складається з інертних матеріалів, утилізація яких в даний час економічно невиправдана;
- ✓ утилізовані матеріали (вторинна сировина);
- ✓ відходи 3 класу небезпеки;
- ✓ відходи 2 класу небезпеки;
- ✓ відходи 1 класу небезпеки.

Із загальної кількості відходів, які щорічно утворюються на підприємствах, велику частину складають інертні тверді відходи, і малу частину – промислові токсичні ТПВ.

8.2 Збір і видалення відходів

Організація збору та видалення відходів здійснюється відповідно до Закону України «Про відходи».

У багатьох містах України функціонує унітарна система збору ТПВ (збір всіх видів відходів в одну загальну ємність і транспортування до місць знешкодження). У ситуації, що склалася, такий підхід до збору та видалення цих відходів з міської зони є найменш витратним.

Система збору прийнята вивізна. Метод збору та видалення при цій системі планово-подвірний. За цим методом мешканці вивантажують відходи з індивідуальних квартирних збірників у контейнери на житловій території для тимчасового зберігання до транспортування їх на місця знешкодження. Технологічна схема та устаткування, що застосовується при планово-подвірному методі, визначається кількістю населення, що обслуговується, щільністю та поверховістю забудови, наявністю в будинках сміттєпроводів.

Використовуються наступні технологічні схеми збору та видалення ТПВ:

- 1) збір відходів у квартирні збірники, їхнє тимчасове зберігання в незмінюваних переносних збірниках малої місткості, ручне або механізоване перевантаження в сміттєвоз із ущільнюючим пристроєм;
- 2) видалення відходів по сміттєпроводах або винос квартирних збірників, перевантаження відходів у незмінювані контейнери, механізоване спорожнювання контейнерів у сміттєвоз, ущільнення відходів та їхнє транспортування;
- 3) перевантаження відходів із квартирних збірників у зйомні кузови-контейнери (обсягом 10–17 м³), тимчасове зберігання цих відходів у кузовах-контейнерах без ущільнення, навантаження на платформи контейнерних машин, транспортування кузовів-контейнерів.

При існуючій системі всі зібрані спеціалізованими підприємствами відходи (як від житлового сектора, так і від підприємств і організацій) транспортуються на полігони ТПВ.

Діяльність спеціалізованих підприємств по збору та вивозу ТПВ фінансуються в основному за рахунок оплати договорів, які певні суб'єкти господарювання укладають зі спеціалізованими структурами, суспільствами

співвласників (для мешканців багатоквартирних житлових будинків) і власниками приватних домобудівництв, а також з підприємствами, установами та організаціями.

Існуюча система збору відходів не відповідає сучасним вимогам, залишається низьким рівень механізації об'єктів комунального господарства внаслідок значного фізичного та морального зношування основних фондів, недостатності спеціалізованих транспортних засобів, машин і механізмів для санітарного очищення та прибирання територій і т.п. Погіршує ситуацію відсутність коштів, необхідних на розвиток цієї сфери, відсутність санкціонованих місць складування, системи збору та сортування ТПВ та інші фактори.

Збір відходів часто є найбільш дорогим компонентом усього процесу утилізації. Тому правильна організація збору відходів може заощадити значні кошти.

На густонаселених територіях нерідко доводиться транспортувати відходи на більші відстані. Рішенням у цьому випадку може стати станція тимчасового зберігання відходів, від якої сміття може вивозитися більшими за вантажопідйомністю машинами або по залізниці. Треба при цьому відзначити, що станції проміжного зберігання являють собою об'єкти підвищеної екологічної небезпеки.

Планово-регулярна організація збору і видалення ТПВ передбачає вивіз відходів з домоволодіння зі встановленою періодичністю. Періодичність видалення ТПВ встановлюється санітарними службами виходячи з місцевих умов відповідно до діючих правил утримання території населених місць.

Тип і ємкість вживаних сміттєзбірників залежить від кількості відходів, типу і поверховості забудови, способу завантаження і вивантаження ТПВ, що нагромаджуються. В малоповерховій забудові всі ТПВ збирають в сміттєзбірники. Потім вручну або механізовано завантажують у кузов сміттєвозу. Для багатоповерхових або групи малоповерхових будинків встановлюють стандартний контейнер на коліщатках, відходи з якого механізованим способом вивантажують в сміттєвоз. В місцях великого скупчення ТПВ встановлюють зйомні контейнери-кузови.

У малоповерховій забудові для валового збору ТПВ використовуються бачки ємкістю 70 дм³, 110–120 дм³ і 210–220 дм³. В індивідуальній забудові застосовуються бачки меншої ємкості, наприклад, по 35 дм³. До приходу сміттєвозу бачки виставляються населенням до проїжджої частини.

У низці країн використовують збірники одноразового користування – паперові, картонні або пластмасові, що виключає операцію перевантаження і мінімізує контакт обслуговуючого персоналу з відходами. Ємкість одноразових збірників коливається в межах 70–200 дм³. Такі збірники встановлюються на спеціальні контейнери певних розмірів, відповідних завантажувальному пристрою сміттєвозів.

У будівлях підвищеної поверховості влаштовуються сміттєпроводи різної конструкції. За звичай, вони складаються з вертикального стовбура, відведень з приймальними пристроями, камер для збору ТПВ і вентиляційного каналу.

Стовбур сміттєпроводу є трубою діаметром 400–600 мм, що виготовлена з азбоцементу, бетону або сталі з гладкою внутрішньою поверхнею. Сталеві труби повинні мати вібропоглинаюче покриття на внутрішній поверхні. Завантажувальні клапани повинні запобігати надходженню газів із сміттєпроводу при закритому положенні, а також забезпечувати захист від шуму. Вхід в сміттєзбірну камеру, що розташовується, як правило, в підвалі або на першому поверсі будівлі, ізолюється від входу в житло. Клапани виготовляють з листової сталі, що покрита антикорозійною фарбою. Камера обладнується водопроводом і каналізацією. Ревізійні отвори для чищення, дезинфекції і дезодорування стовбура сміттєпроводів звичайно влаштовують у верхній його частині.

Сміттєвезний транспорт. Для збору і транспортування ТПВ застосовуються сміттєвози ємкістю від 6 до 60 м³. Для ущільнення відходів, що транспортуються, – ущільнюючі пристрої поворотно–поступальної дії з системою плит, у вигляді барабана, що обертається, і шнекові. Ущільненням досягається зниження обсягу ТПВ в 1,5–2 рази. К важкодоступних місцях застосовуються невеликі сміттєвози ємкістю від 1 до 6 м³, вони розміщуються:

- на самохідних шасі або моторолерах з кузовом самозвалища від критого або закритого типу;
- з осередками для малих сміттєзбірників (контейнерні сміттєвози);
- у вигляді контейнерів на коліщатах, буксированих тягачами.

Випускаються також малі електросміттєвози, які можуть працювати без заряджання протягом зміни. Із малих сміттєвозів відходи перевантажуються у великовантажний транспорт для вивозу до місць знешкодження.

Зі зростанням міст місця знешкодження ТПВ все більше віддаляються та збільшується вартість транспортування відходів.

Для перевезення на дальні відстані застосовують в основному автомобільний транспорт, рідше – залізничний і водний (наприклад, в Нью-Йорку). Вельми перспективним є використання мережі міського електротранспорту з вивозом ТПВ у нічний час.

Сортування відходів

Роздільна, або селективна, система збору окремих складових ТПВ забезпечує отримання чистих вторинних ресурсів від населення і зменшення кількості відходів, що вивозяться. Ця система вимагає від населення свідомого підходу до видалення ТПВ, збільшення числа обслуговуючого персоналу, тари, спецтранспорту для вивозу кожного виду вторсировини. Ці додаткові витрати цілком окупаються за рахунок утилізації вторинних ресурсів. В Україні селективний збір ТПВ поки не отримав практичного розвитку.

У США відбір населенням фракцій утиля ТПВ (макулатура, текстиль, пластмаси, пляшки й ін.) виконується за спеціальними програмами. Практика роздільного збору ТПВ розвивається й у низці європейських країн. За звичай, в основу таких технологій встановлений принцип збору населенням ТПВ у окремі ємкості (контейнери або мішки) для різних видів відходів. Вказані ємкості розташовують як в домашніх умовах, так і в під'їздах або біля будинків. Існують різні модифікації такої технології. Наприклад, в Німеччині є досвід

збору ТПВ в два види ящиків – зелені (макулатура, метал, скло, полімери, тканини) і сірі (решта відходів) з вивозом їх на переробку. Останніми роками в Німеччині роздільний збір ТПВ проводиться за п'ятьма і більше видами.

В Японії, Франції, Австрії й інших країнах є позитивний досвід в організації *роздільного збору ТПВ*. Німецькою фірмою «RPP GmbH» для Криму була запропонована ефективна форма організації збору, переробки й утилізації відходів. Виходячи з її технології, проводиться роздільний (селективний) збір твердих побутових відходів на рівні його виробника – населення. Із цією метою в місцях збору встановлюються контейнери різної форми, кольору і розмірів залежно від кількості збираних фракцій (папір, скло, пластик). Відходи, що залишилися після сортування, піддаються механічно-біологічній обробці, в результаті утворюються три кінцеві продукти, які придатні для переробки: паливо для енергетичного використання, маса для покриття полігона і металобрухт.

Стратегія скорочення обсягів утворення відходів

У західних країнах кампанія за скорочення відходів проводиться давно й спрямована проти зайвого пакування, що становить близько 50% обсягу ТПВ. Другий аспект – це знищення особливо небезпечних відходів із загального потоку відходів, з організацією постійно діючих пунктів зі збору або утилізації.

Для скорочення відходів рекомендується:

- ✓ купувати товари в більше легкому пакуванні або в більших обсягах;
- ✓ в упакуванні, яке можна вдруге використовувати або переробити;
- ✓ в упаковці, виготовленій із вторинної сировини або екологічно нешкідливих матеріалів;
- ✓ варто застосовувати новий принцип обігу з відходами «Zero waste», що припускає відповідальність виробників, екологічно оптимальне проектування, зменшення кількості відходів, повторне використання й переробку.

Полігони твердих побутових відходів

Стратегія поводження з ТПВ в Україні передбачає переважне полігонне захоронення ТПВ або їх частки, що не мають комерційної цінності й не віднесені до «особливих видів відходів». Можливими шляхами утилізації цієї частки є: *компостування* або *термічна обробка* у разі доцільності для одержання тепла або електроенергії.

Полігони – це природоохоронні споруди, призначені для складування ТПВ. Вони забезпечують захист від забруднення атмосфери, ґрунтів, підземних і поверхневих вод, перешкоджають розповсюдженню патогенних мікроорганізмів за межі майданчика складування і забезпечують знезараження ТПВ біологічним способом. На полігонах можлива утилізація органічної складової ТПВ шляхом уловлювання біогазу.

Термін служби полігона повинен бути не менше 15–20 років. Розміщувати полігони необхідно з урахуванням вимог санітарних норм, з віддаленням від найближчої житлової забудови на відстань не менше 500 м. До полігона повинна бути підведена дорога з твердим покриттям. По всьому периметру майданчика, відведеного для полігона, повинна бути облаштована

захисна лісосмуга завширшки не менше 20 м. Рівень ґрунтових вод під днищем полігона повинен знаходитися на глибині більше 2 м. На майданчику полігона не повинні знаходитися виходи водних джерел. Категорично забороняється використовувати під полігони акваторії річок, озер, стариць і боліт. Загальний вид полігона представлений на рисунку 8.1.

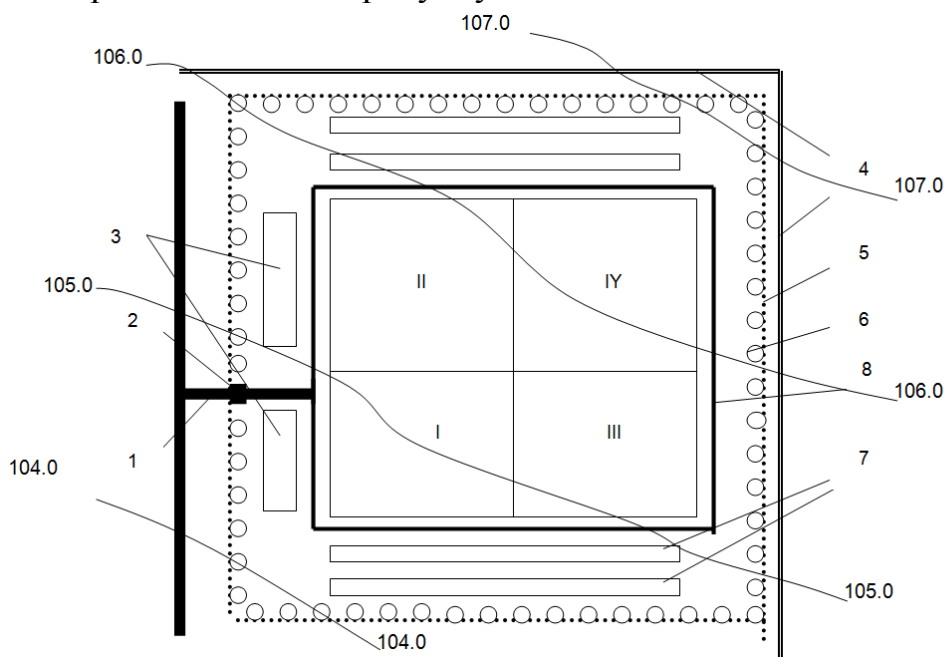


Рисунок 8.1 – Загальний вид полігона:

(I– IV) – черги експлуатації полігона; 1 – підїзна дорога; 2 – вїзд на полігон з пунктом радіометричного контролю; 3 – адміністративно–господарська зона; 4 – нагїрний канал; 5 – огороження полігона; 6 – лісосмуга; 7 – кавальєри мінерального та родючого ґрунту; 8 – внутрішньогосподарська дорога

Захист від забруднення ґрунтів і ґрунтових вод здійснюється шляхом установки спеціального протифільтраційного екрану, укладеного по всьому днищу і бортам полігона, системи перехоплення, відведення і очищення фільтрату, а також системи наглядових свердловин для контролю якості ґрунтових вод.

Також захист від забруднення ґрунтів і повітряного басейну здійснюється шляхом щоденного перекриття заповнених робочих карт полігона шарами ґрунту, організації системи збору, відведення й утилізації біогазу, устаткування робочих карт переносними сітками для перехоплення легких фракції (папір, плівки), рекультивації поверхні заповнених ділянок полігона.

Контрольні запитання



1. Розкрийте поняття «тверді побутові відходи».
2. Від чого залежить склад ТПВ?
3. Дайте класифікацію ТПВ.
4. У чому полягає збір та видалення ТПВ?
5. Як відбувається сортування відходів?
6. Опишіть полігони ТПВ.
7. Як відбувається санітарний захист навколишнього середовища від забруднення ТПВ?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – К., 2010.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
4. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення". Затв. 24.02.94 р. – 38 с.
5. Геврик Є. О., Пешко Н. П. Гігієна праці на виробництві: Навчальний посібник. – К.: Ніка-Центр, 2004. – 279 с.
6. Гігієна праці: Підручник / За ред. професора А. М. Шевченка. – К.: Вища шк., 1993. – 583 с.
7. Думанский Ю.Д. Охрана здоровья населения от воздействия электромагнитных излучений как гигиеническая проблема / Гигиена окружающей среды (тезисы докладов научной конференции). – К.: 1993. – С. 20-21.
8. Нікітіна Н. Г. Наукове обґрунтування еколого-гігієнічної регламентації умов розміщення та експлуатації радіолокаційних станцій метеорологічної служби: Автореф. дис. д-ра мед. наук: 14.02.09. – К., 1995. – 44 с.
9. Мізюк М. І. Гігієнічні аспекти регламентації магнітного поля промислової частоти для населення: Автореф. дис. д-ра мед. наук: 14.00.07 / ІваноФранківська медична академія. – К., 1997. – 48 с.
10. Томашевська Л. А. Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних нормативів електромагнітних полів на основі біохімічних критеріїв оцінки впливу на організм: Автореф. дис. д-ра біол. наук: 14.00.07 / Український науковий гігієнічний центр. – К., 1994. – 44 с.
11. Магнитные поля: Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – Женева: ВОЗ, 1992. – 191 с.
12. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 76 с.
13. Губернский Ю. Д., Корневская Е. И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. – М.: Медицина, 1978. – 192 с.
14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К.: МОЗ України, 2000. – 15 с.
15. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий, О. П. Яворовський та ін.; За ред. Є. Г. Гончарука. – К.: Здоров'я, 2006. – 792 с.
16. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: Учебн. пособие / Е. И. Гончарук, Р. Д. Габович, С. И. Гаркавий и др.; Под ред. Е. И. Гончарука. – М.: Медицина, 1990. – 416 с.: ил.
17. Большаков А. М., Новикова И. М. Общая гигиена. – М.: Медицина, 1985. – 320 с.

18. Гончарук О.В. Основи екології: Навчальний посібник для підготовки бакалаврів / Гончарук О. В., Маниліч М. І., Волощук К. О. – Чернівці: Видавництво „Книги ХХІ». – 2008. – 128 с.
19. ГОСТ 2761-84. Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги і правила вибору. – 1986.
20. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения СанПиН 4630-88. – М., 1989.
21. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения (с Изменениями N 1, 2). – М., 1978.
22. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України / Наказ Держбуду України 19 лютого 2002 року N 37.

Навчальне видання

БЛАГОДАРНА Галина Іванівна
КОВАЛЬОВА Олена Олександрівна

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ОСНОВИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів 3, 4 курсів денної та заочної форм навчання
за напрямами підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси),
6.060101 – Будівництво (професійне спрямування «Водопостачання та
водовідведення»)*

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *О. О. Ковальова*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2015, поз. 44Л

Підп. до друку 08.07.2015
Друк на різнографі.
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 7,0
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.